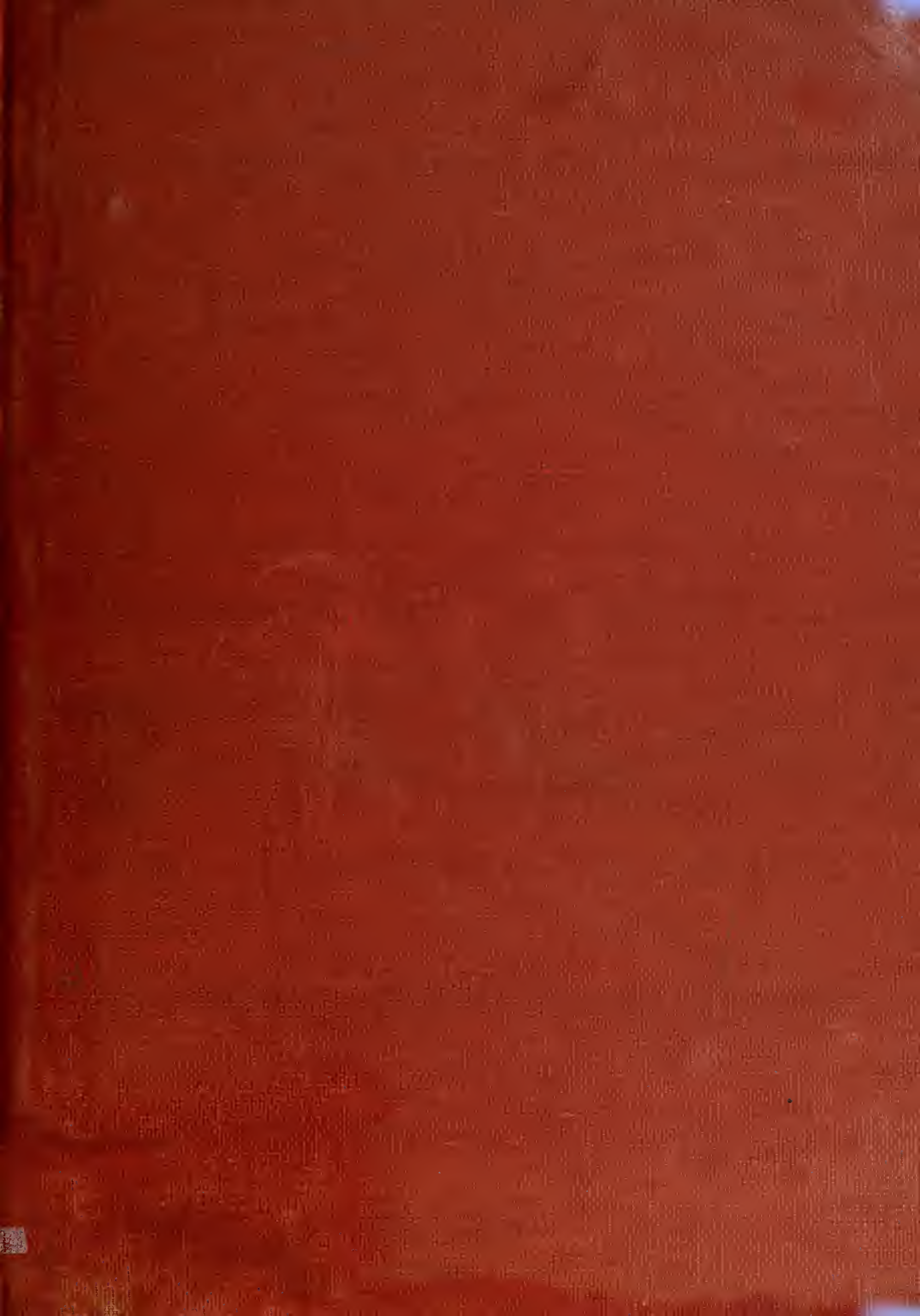
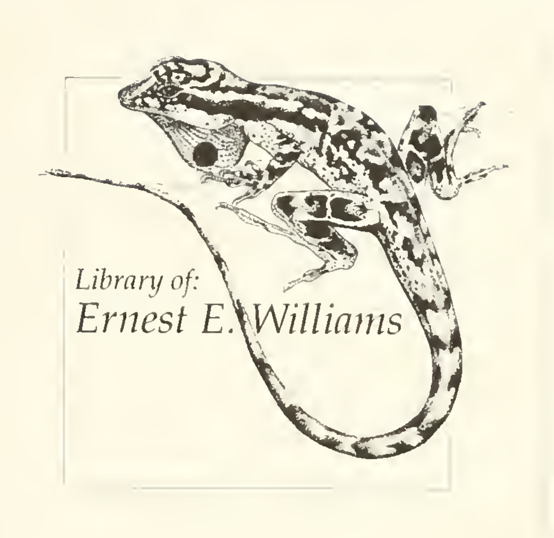



Library of:
Ernest E. Williams

Die
Entwickelungsgeschichte der Kreuzotter
(Pelias berus Merr.).

Teil I:

Die Entwickelung vom Auftreten der ersten Furche bis zum Schlusse des Amnios.

Bearbeitet

von

Dr. med. Emil Ballowitz,

a. o. Professor der Anatomie und Prosektor am anatomischen Institut der Universität Greifswald.

Mit 10 lithographischen Tafeln und 59 Textfiguren.



Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1903.

Weimar. — Druck von R. Wagner Sohn.

Dem Andenken

seines

verehrten Lehrers und lieben Schwiegervaters,

des

Geheimen Medizinalrates

Professor Dr. HUGO PERNICE,

weiland Direktor der Frauenklinik

an der Königlichen Universität Greifswald.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort.

In dem vorliegenden Werke übergebe ich den ersten Teil meiner Monographie über die Entwickelung der Kreuzotter, deren Bearbeitung in zwei Teilen von mir geplant ist, der Öffentlichkeit. Den zweiten Teil werde ich folgen lassen, sobald mir die Vollendung desselben möglich sein wird.

Als Abschluss für den ersten Teil habe ich das Stadium des soeben vollendeten Amniosschlusses gewählt, da ich auch ein äusserlich sofort erkennbares Merkmal nehmen wollte. Allerdings ist der Zeitpunkt des Amniosschlusses individuellen Schwankungen unterworfen, diese sind aber bei der individuellen Variabilität der Embryonen an keinem Organ auszuschliessen und nicht sehr beträchtlich. Der Kreuzotter-Embryo nach Schluss des Amnios nähert sich dem Entwickelungsstadium, welches Rathke in seiner Monographie über die Entwickelung der Natter als Ausgangspunkt gewählt und als frühestes, ihm aus der Schlangenentwickelung bekannt gewordenes Stadium beschrieben hat. Das Medullarrohr ist auf dieser Entwickelungsstufe geschlossen, der Kopfdarm in der Mundöffnung durchgebrochen; die beiden ersten Paare der Kiementaschen sind angelegt; der Canalis neurentericus verbindet den Medullarkanal, den Chordagang und den Schwanzdarm; die Allantoisanlage tritt eben als kleiner Vorsprung in die Erscheinung.

Veranlasst wurde ich zu dieser monographischen Studie hauptsächlich durch zwei Umstände. Erstens war bis jetzt über die Entwickelung der Schlangen sehr wenig bekannt. Zweitens glückte es meinen Bemühungen, in den Besitz eines sehr grossen und selten vollständigen Materials von Schlangenembryonen zu gelangen, welches zu einer umfassenden, zusammenhängenden Bearbeitung aufforderte.

Bei der Bearbeitung dieses Materiales machte ich mir eine objektive Darstellung der tatsächlichen Befunde in erster Linie zur Pflicht. Dagegen habe ich mich vom Theoretisieren und von weit abschweifender Spekulation möglichst fern gehalten.

Ich verhehle mir nicht, dass die Aufgabe, welche ich mir mit dieser Monographie gestellt habe, eine grosse und mühevolle ist und einen bedeutenden Aufwand von Arbeitskraft und Zeit erfordert.

Möge mir daher die Nachsicht, um welche ich bitte, von den Lesern und Kritikern dieses Buches nicht versagt werden!

Für die vorzügliche Ausstattung des Werkes ist es mir eine Freude, dem Verleger, Herrn Dr. Gustav Fischer in Jena, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Emil Ballowitz.

I. Einleitung.

Die erste Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen erhielt ich vor einer Reihe von Jahren, als ich für meine Vorlesungen über vergleichende Anatomie, welche ich damals an der Greifswalder Universität abhielt, eine Anzahl Situspräparate von Schlangen anfertigte. Darunter befanden sich auch einige trächtige Exemplare der Kreuzotter, welche ich aus der Umgegend von Greifswald erhalten hatte. Bei ihrer Präparation gewann ich die Überzeugung, dass diese Giftschlange ein vorzüglich geeignetes Objekt für das Studium der Entwickelungsgeschichte der Schlangen und der Reptilien überhaupt abgeben müsse, zumal sie in manchen Gegenden Deutschlands, besonders in unserem norddeutschen Flachlande, recht häufig ist und unter günstigen Verhältnissen nicht allzuschwer beschafft werden kann.

Wie wohl — soweit bis jetzt bekannt — alle Giftschlangen, so ist auch die Kreuzotter lebendig gebärend, oder vielmehr richtiger ausgedrückt: ovovivipar. Zwar wird bei diesem Tier noch das ganze Ei geboren, die junge Schlange ist aber in ihm schon so vollständig entwickelt, dass sie sofort nach der Geburt des Eies oder doch im Verlaufe der nächsten darauf folgenden Minuten die dünnen Eihäute sprengt und nach Abreissen des Dottersackes davonkriecht. Wenn man daher frisch gefangene Ottern während ihrer Trächtigkeitsdauer in bestimmten Zeiträumen systematisch untersucht, hat man die Möglichkeit, Embryonen aller Stadien zu erlangen.

Bei den giftlosen, in Deutschland vorkommenden Nattern verhält sich das anders. Diese Schlangen legen ihre mit einer lederartig derben, kalkhaltigen Schale versehenen Eier, nachdem die Embryonen eine bestimmte Stufe der Entwickelung erreicht haben, in Verstecken ab und überlassen sie hier ihrer Weiterentwickelung. Die oft reichhaltigen Eierniederlagen sind schwierig aufzustöbern; jedenfalls ist es wohl leichter, lebende, frisch gefangene Schlangen in hinreichender Menge zu erhalten, als die von ihnen in der freien Natur abgelegten Eier. Das gilt besonders für die in den meisten Gegenden Deutschlands häufige Ringelnatter (Tropidonotus natrix Boie), sodann auch für die nur auf wenige Örtlichkeiten in Deutschland beschränkte Würfelnatter (Tropidonotus tesselatus Wagl.) und Äskulapnatter (Coluber Aesculapii Sturm).*)

Nur eine deutsche Natterart, die Schling- oder Glattnatter (Coronella austriaca Laur.), ist, wie die Kreuzotter, ovovivipar. Wenn diese Schlange nun auch in Deutschland im allgemeinen verbreitet ist, so kommt sie doch meist nur vereinzelt vor und ist nicht häufig, sodass ich bis jetzt nur einige wenige trächtige Exemplare erhalten konnte. Besonders im norddeutschen Flachlande wird sie nur sehr spora-

*) Vgl. Dürigen, Deutschlands Amphibien und Reptilien. Magdeburg 1897.

disch angetroffen: nebenbei bemerkt, gelang es mir gelegentlich meiner entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen, ihre allgemeinere Verbreitung in Neuvorpommern festzustellen.*)

Schon aus obigen Gründen eignet sich die Otter für embryologische Untersuchungen, noch mehr aber durch die Beschaffenheit ihrer Eier selbst. Wie bei den anderen Schlangen und den Sauriern ist in ihnen kein Eiereiweiss vorhanden. Während aber bei den meisten anderen Reptilien eine dickere, kalkhaltige Schale die Eier umgibt, sind bei den Ottern (wie auch bei den anderen ovoviviparen Schlangen) die dem Dotter dicht anliegende Eihaut und vor allem die Eischale so zart, dünn, membranartig und ohne Kalkgehalt, dass die Keimanlagen am frischen und am konservierten Ei deutlich hindurchscheinen. Die Fixierungsflüssigkeiten dringen daher sehr leicht und schnell in das in toto hineingebrachte Ei ein, ohne dass man gezwungen ist, zuvor eine die Keimanlage gefährdende Präparation vorzunehmen. Während und nach der Fixierung lassen sich die Eier leicht orientieren, zumal die zarte Eischale schon nach kurzer Einwirkung der Flüssigkeiten leicht entfernt werden kann. Daher können die Keimanlagen stets nach oben gerichtet und vor Druck bewahrt werden. So wird eine tadellose Konservierung der ganzen Keimanlagen am Ei von vornherein garantiert. Eine Schale mit einer grösseren Anzahl konservierter Eier, welche die zierlichen Otter-Embryonen in den verschiedensten Stadien so ohne weiteres klar und übersichtlich darbieten, ist in der Tat ein sehr erfreulicher Anblick, wie ihn ein embryologisches Material wohl nur selten zu gewähren vermag.

Dazu kommt, dass man sich die Giftschlangen in grosser Zahl frischgefangen und lebend ins Laboratorium liefern lässt. Die Embryonen können daher aus dem soeben getöteten Tier direkt in die Fixierungsflüssigkeit übergeführt werden. Das sind für die Erlangung einwandfreier Untersuchungsresultate sehr schätzenswerte Vorteile.

Schliesslich ist die Kreuzotter auch recht fruchtbar. Die Zahl der Eier eines Weibchens schwankte zwischen 6 und 22; am häufigsten fand ich in einem Weibchen 9 bis gegen 15 Eier. Je grösser die Weibchen, um so mehr Eier führen sie gewöhnlich. Hinsichtlich der Fruchtbarkeit wird Pelias allerdings von Tropidonotus natrix übertroffen, bei welcher Spezies mittelgrosse Weibchen gewöhnlich über 20 Eier bei sich tragen.**)

Bei diesen grossen Vorzügen, welche die Kreuzotter für embryologische Untersuchungen darbietet, nimmt es mich eigentlich Wunder, dass sie noch nicht die Aufmerksamkeit der Embryologen auf sich gelenkt hat. In der Tat ist die Embryologie der Otter bis jetzt noch von keiner Seite und in keinem Punkte in Angriff genommen worden und noch völlig unbekannt. Das Gleiche gilt für die sämtlichen übrigen Giftschlangen. Überhaupt ist von der Entwickelung der Schlangen, insbesondere von den ersten Entwickelungsvorgängen am Schlangenei, noch sehr wenig bekannt, wie der Literaturüberblick zeigen wird. Diese Tatsache erkläre ich mir durch die Schwierigkeiten der Beschaffung des Materials, die allerdings für gewöhnlich nicht gering sind. Vielleicht hat von der Kreuzotter auch ihre Giftigkeit abgeschreckt.

*) Vgl. meinen Aufsatz: Über die Verbreitung der Schlingnatter (Coronella austriaca Laur.) im norddeutschen Flachlande, insbesondere in Vorpommern. Zoologischer Anzeiger, Bd. 25, Nr. 666, 1902.

**) Vgl. E. Ballowitz, Die Gastrulation bei der Ringelnatter u. s. w. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 70, S. 676, Anm. 1.

II. Übersicht der die Schlangenentwickelung behandelnden Literatur.

In diesem Kapitel will ich nur ganz in Kürze den Inhalt der Publikationen, welche die Schlangenentwickelung behandeln, angeben, da ich auf die Einzelheiten in meiner Monographie näher eingehen werde. In der letzteren sollen dann auch die gleichen oder ähnlichen Befunde bei den übrigen Reptilien berücksichtigt werden. Dem Schlusse der Monographie will ich ein Verzeichnis der gesamten Literatur über Reptilienentwickelung anfügen.

Von Schlangenarten wurden bis jetzt hauptsächlich nur die Ringelnatter, in einigen wenigen Punkten auch die Würfelnatter und die Äskulapnatter untersucht.

Unsere Kenntnis von der Entwickelung der Schlangen hebt mit den schönen Untersuchungen Rathkes (1839) an und, fast möchte ich sagen, schliesst im wesentlichen auch damit ab. Denn während die Entwickelungsgeschichte der übrigen Reptilien, besonders der Schildkröten und Saurier, von zahlreichen Forschern eingehend studiert und in einer ganzen Anzahl ausführlicher Arbeiten geschildert worden ist, wurde das Studium der Schlangenentwickelung merkwürdig vernachlässigt, vermutlich wohl infolge der Schwierigkeit der Materialbeschaffung.

Die ersten vorläufigen Mitteilungen über die Entwickelung der Geschlechtswerkzeuge der Schlangen machte Rathke bereits im Jahre 1832. Bei seiner Vorliebe für die Entwickelungsgeschichte der Tiere war seine Wahl gerade auf die Natter gefallen, weil er „von ihr die Eier in reichlichster Fülle erhalten konnte und weil die Entwickelung der Schlangen überhaupt bis dahin beinahe ganz unbekannt war".

Noch vor dem Erscheinen der Monographie Rathkes publizierte 1834 A. G. Volkmann*) eine kleine, mit einigen Abbildungen auf einer Tafel versehene Abhandlung, in welcher Mitteilungen über die Eihäute, die Allantois, den Dottersackkreislauf und die Nabelgefässe älterer Natterembryonen enthalten sind.

Erwähnt müssen auch die wenigen allgemeinen Bemerkungen werden, welche C. E. von Baer**) im II. Bande seiner Entwikelungsgeschichte der Tiere (1837) gemacht hat.

Im Jahre 1839 erschien sodann in Königsberg das grosse, schöne, monographische Werk Rathkes,***) in welchem die Entwickelungsgeschichte der Ringelnatter auf 232 Seiten zum Teil sehr eingehend abgehandelt und auf 7 Tafeln an zahlreichen sorgfältig ausgeführten Abbildungen erläutert wird.

---

*) A. G. Volkmann, De Colubri Natricis generatione. Lipsiae 1834.

**) K. E. von Baer, Über Entwickelungsgeschichte der Tiere. Zweiter Teil. § 8. Entwickelungsgeschichte der Reptilien, S. 154. Königsberg 1837.

***) H. Rathke, Entwickelungsgeschichte der Natter (Coluber natrix). Königsberg 1839.

Die Instrumente, welche dieser embryologische Forscher bei seinen Untersuchungen benutzte, bestanden hauptsächlich in Messer, Schere, Nadeln und Lupe. Wenn das Mikroskop zur Anwendung kam, so wurden nur ganz schwache Vergrösserungen benutzt. Schnitte durch gehärtetes Material scheinen garnicht angefertigt worden zu sein. Schon Valentin*) hat in seinem Referat an diesen schönen Forschungen den Mangel mikroskopischer Untersuchungen mit stärkeren Vergrösserungen bedauert.

Ferner ist hervorzuheben, dass Rathke von einem relativ weit vorgeschrittenen Stadium nach Schluss des Amnios und Ausbildung von zwei Paar Kiemenspalten ausgeht und die vorhergehenden Entwickelungsvorgänge ganz unberücksichtigt lässt.

Da ich in meiner Monographie des öfteren, besonders bei Besprechung der Organentwickelung auf Rathkes Beobachtungen ausführlich zurückkommen muss, will ich hier nur einen ganz kurzen Überblick über den Inhalt des Rathkeschen Werkes geben.

Nachdem der Autor in Kapitel I einige allgemeine Angaben über das Ei der Natter vorausgeschickt hat, gibt er im II. eine Beschreibung der jüngsten von ihm untersuchten Embryonen, welche den aus dem Leibe einer Natter ausgeschnittenen Eiern entnommen waren. Sie wiesen zwei Paar Kiemenspalten auf, waren an beiden Enden nach der Bauchseite zusammengekrümmt und besassen eine Länge von 1 $^{2}/_{3}$ Linien. In der Area vasculosa zeigten sich Blutinseln, aber noch ohne deutliche Blutbahnen. Das noch vollständige Amnion lag dem Embryo dicht an. Die Allantois bildete ein sehr kleines durchsichtiges Bläschen von ungefähr $^{1}/_{4}$ des in die Länge ausgestreckten Embryos. Ihr dünneres Ende ging mit einem Stiele hinter der Mitte der Länge der Frucht in die Leibeshöhle der letzteren über. Das Auge erschien als ein dünnwandiges, durchsichtiges Bläschen von birnförmiger Gestalt und mit einer Andeutung der Linse. Die Gehörorgane bildeten zwei sehr kleine, ganz einfache, linsenförmige Bläschen, welche sich dicht über den beiden zweiten Visceralbögen befanden. Die Oberkieferfortsätze waren sehr klein. Der hinterste Teil des Körpers war so aufgerollt, dass er bei den meisten Exemplaren eine, bei einigen aber schon 1 $^{1}/_{2}$ Spiralwindungen beschrieb.

Das Herz stellte einen verhältnismässig langen, stark zusammengekrümmten Schlauch dar und lag in einem äussert zarthäutigen und beinahe eine Halbkugel darstellendem Sacke weit nach vorne. Gleich hinter dem Pericard begann eine sehr breite Spalte der Bauchwandung, die eigentlich die ganze Breite des Bauches einnahm und bis zum Anfang der Spiralwindung des hinteren Körperendes reichte.

Die Chorda dorsalis bestand aus einem sehr dünnen Kerne und einer dicken Scheide und reichte nach vorne bis zwischen die Gehörbläschen, hinten bis an das Ende des Körpers.

Von den Atmungsorganen, von den Nieren und den Geschlechtswerkzeugen war noch nichts zu sehen. Die Wolffschen Körper begannen über dem Herzen und reichten beinahe bis an das hintere Ende der Leibeshöhle.

Dieses im zweiten Kapitel näher beschriebene Stadium bezeichnet Rathke als erste Hälfte der ersten Entwickelungsperiode der Natter. Als zweite Hälfte dieser Periode fasst er die Entwickelungsvorgänge zusammen, welche sich von der Zeit des Vorhandenseins von nur 2 Kiemenspalten bis zum Erscheinen sämtlicher Kiemenspalten und bis zum Verschlusse des Darmnabels erstrecken; sie bilden den Inhalt von Kapitel III.

---

*) G. Valentin. Repertorium für Anatomie und Physiologie. Bd. V, 1840 S. 27.

Daran schliesst sich als zweite Periode im IV. Kapitel die „Entwickelungsgeschichte der Natter von der Zeit, da sich an ihr die vier Schlund- oder Kiemenöffnungen gebildet haben bis zu der Zeit der Verschliessung aller dieser Öffnungen".

Kapitel V behandelt als dritte Periode die „Entwickelung von dem gänzlichen Verschwinden der Schlundöffnungen bis zu der Färbung der Hautbedeckungen".

Der Inhalt des Schlusskapitels VI bildet als vierte Periode die „Entwickelungsgeschichte der Natter von der Färbung der Hautbedeckung bis zum Abstreifen der Eihüllen".

In allen diesen Hauptkapiteln werden die während der einzelnen Perioden auftretenden Veränderungen der Eihäute, der Körperform, der Skeletformationen, des Nervensystems, der Sinnesorgane, des Verdauungsapparates, der Atmungswerkzeuge, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Zirkulationsverhältnisse der Reihe nach systematisch geschildert, soweit eben die von Rathke angewandten Methoden ihre Feststellung ermöglichten.

Auf diese detaillierte Beschreibung an dieser Stelle näher einzugehen, wäre zwecklos. Ich will daher die oben gegebene knappe Inhaltsangabe nicht weiter ausführen. Nur den Inhalt des ersten Kapitels sah ich mich veranlasst etwas näher anzugeben, um das Stadium, von welchem Rathke bei seinen Untersuchungen ausgegangen ist, zu präzisieren.

Nachdem Rathke den Grundstein gelegt hatte, ruhte das Interesse an der Entwickelung der Schlangen über 40 Jahre lang.

Erst im Jahre 1882 lenkte von Kupffer die Aufmerksamkeit wieder darauf hin und beschrieb einige frühe Entwickelungsstadien, welche Rathke noch unbekannt geblieben waren. In seiner wichtigen Abhandlung: „Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere und die Bedeutung des Primitivstreifs" *) veröffentlichte er einige Flächenbilder und einen medianen Durchschnitt der Urmundgegend von der Äskulapnatter. Die nach seiner Schilderung am Hinterende des Embryonalschildes sich einstülpende kleine Tasche, die bei den Schlangen bis dahin noch nicht gesehen war, bezeichnete von Kupffer als „Prostom" und fasste den ganzen Einstülpungsvorgang als Gastrulationsprozess auf. In dem Längsschnitt, welcher in seiner Abhandlung auf Tafel II in Fig. 17 dargestellt wird, endet die kurze, nach vorne sich erstreckende Tasche unter dem Schilde blind. von Kupffer ist der Ansicht, dass die Gastrulahöhle bei den Schlangen persistiert, zuwächst in die Anlage der Allantois eingeht und darauf mit dem Hinterdarm in Kommunikation tritt. Der Autor stützt seine Ansicht auf die Deutung der Befunde in Quer- und Längsschnittserien durch das Hinterende von 2.5—3 mm langen Embryonen der Ringelnatter, in welchen er hinter dem Chordaende einen Canalis neurentericus aufgefunden und diesen in das Allantoislumen sich hatte fortsetzen sehen.

Dieser Auffassung von Kupffers trat alsbald (1884) C. K. Hoffmann**) entgegen und bestritt nach Befunden an Ringelnatter-Embryonen, dass die Gastrula-Einstülpung in Beziehung zur Allantois-

*) von Kupffer, Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere und die Bedeutung des Primitivstreifs. Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte. Jahrgang 1882. Anat. Abt.

**) C. K. Hoffmann, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 40, 1884.

bildung steht. Zugleich erläuterte er die Entstehung des Amnios an einigen schematischen Durchschnittsbildern von älteren Ringelnatter-Embryonen.

In einer zweiten Abhandlung (1886) beschreibt C. K. Hoffmann*) Schnittbilder von einigen jungen Ringelnatter-Embryonen. Der jüngste Embryo, welcher ihm zur Verfügung stand, besass noch keine Somiten und zeigte eine noch überall offene Medullarfurche und einen noch nirgends geschlossenen Urdarm. Das Kopfamnios war schon gebildet, bestand aber noch aus Epiblast und Hypoblast, zwischen welche der Mesoblast nur erst zum Teil eingewachsen war. Ein Canalis neurentericus wurde an diesem Embryo vollständig vermisst.

Die übrigen Embryonen hatten 2, 4, 8, 10 und mehr Somiten. Durch ihre Untersuchung kommt Hoffmann zu dem Resultat, dass die Chorda ein Produkt des Hypoblastes ist. Bei Embryonen mit schon grosser, bläschenförmiger Allantois und sehr stark entwickelter Schwanzkrümmung gelang es, einen deutlichen Canalis neurentericus nachzuweisen, welcher die offene Kommunikation zwischen dem Lumen des Medullarrohres und dem des Schwanzdarmes vermittelt und welcher sich in früheren Stadien noch nicht vorfindet.

Die Anlage der Allantois beginnt bei der Ringelnatter in dem Embryonal-Stadium mit 8 Somiten.

Schliesslich macht der Autor in seiner Abhandlung noch Angaben über die Entwickelung der Hypophyse, der Epiphyse und der Kiementaschen, ferner über die Entwickelung des Nervus opticus, des Ganglion ciliare und über die Bildung des Blutes bei Ringelnatter-Embryonen.

In seiner Bearbeitung der Entwickelungsgeschichte der Reptilien in „Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches" berücksichtigt C. K. Hoffmann**) auch die Schlangen, indem er seine früheren Untersuchungen hierin zusammenfasst und zum Teil auch erweitert. Hinsichtlich der ersten Entwickelungsvorgänge bei den Ophidiern betont der Autor, dass dieselben seiner Auffassung nach nicht unwesentlich von denen bei den anderen Reptilien abweichen. Denn während bei den letzteren sich ein Canalis neurentericus sehr frühzeitig ausbildet und mit der Anlage des Mesoblastes eng zusammenhängt, vermisste ihn Hoffmann bei den frühesten ihm zu Gebote stehenden Schlangenembryonen mit offener Medullarfurche und Mangel der Somiten vollkommen und konnte ihn (bei der Ringelnatter) erst in solchen Stadien nachweisen, in welchen schon eine recht grosse Anzahl von Somiten vorhanden war. Um so auffallender erscheinen Hoffmann daher die Beschreibung und die Abbildungen, welche von Kupffer von einem Embryo der Coluber Aeskulapii gegeben hat und welche schon in einem sehr jungen Entwickelungsstadium des Natterembryos eine deutliche Einstülpungsöffnung aufweisen. C. K. Hoffmann meint schliesslich, dass hier entweder eine Verwechselung vorliegt oder dass die Schlangenarten in ihrem Entwickelungsgange solche bedeutende Unterschiede besitzen, wie sie kaum bei einer anderen Gruppe von Wirbeltieren anzutreffen sind.

Diese einander widersprechenden Angaben von von Kupffer und C. K. Hoffmann führte

---

*) C. K. Hoffmann, Weitere Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 11, 1886.

**) C. K. Hoffmann, Reptilien. III. Schlangen und Entwickelungsgeschichte der Reptilien. In: H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. VI, III. Abt., 1890.

L. Will*) einer Erklärung entgegen, indem er in einem kleinen Aufsatze, welcher 1899 im „Biologischen Centralblatt“ erschien, kurz ausführte, dass bei der Ringelnatter der Urdarm nicht persistiert und nicht direkt in die Bildung des Canalis neurentericus übergeht, sondern „im Gegenteil bereits auf einem sehr frühen Stadium zum Verschluss kommt und zwar schon bei Embryonen, bei denen noch keine Andeutung der Medullarwülste vorhanden ist. Auf Querschnittsserien findet man auch nicht mehr die leiseste Andeutung desselben, sodass dadurch vollkommen erklärt ist, weshalb Hoffmann ihn bei Schlangenembryonen mit offener Medullarrinne vermisste. Denselben Befund liefern auch sehr viel ältere Embryonen, und erst wenn eine recht grosse Zahl von Ursegmenten aufgetreten ist, kommt es, wie beim Gecko, zu einem neuen Durchbruch, der dann die Verbindung zwischen Medullar- und Darmrohr herstellt und den bereits von von Kupffer und Hoffmann gesehenen Canalis neurentericus darstellt.“

Will schildert dann noch den Gastrulationsvorgang bei der Ringelnatter vom ersten Auftreten der Einsenkung bis zur Perforation des Urdarmes in die Subgerminal- (Furchungs-) Höhle und erläutert ihn an 6 Holzschnittfiguren, von denen 5 Längsschnitte, der 6. einen Querschnitt durch die Urmundgegend darstellen.

Ausser den obigen Publikationen sind dann noch die Arbeiten von Corning**) und Vay zu nennen.

Der erstere bespricht die zum Teil hohlen Entodermzellstränge des Schlangenkeims (Ringelnatter), welche schon von Kupffer gesehen und als erste Gefäss- und Blutbildungen gedeutet hat. Corning selbst kommt aber hinsichtlich ihrer Bedeutung zu keinem bestimmten Resultat. Auf der seiner Abhandlung beigegebenen Tafel gibt Corning zwei Abbildungen eines Flächenbildes und eines medianen Durchschnittes der Ringelnattergastrula mit noch geschlossenem Urdarm.

Vay***) beschrieb 1893 einige ältere Furchungsstadien der Ringelnatter.

Auf der 15. Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Bonn vom 26.—29. Mai 1901 trat ich dann selbst in einem dort gehaltenem Vortrage†) mit ausführlichen Mitteilungen über die erste Entwickelung der Kreuzotter und Ringelnatter hervor. Meine Mitteilungen betrafen die Entwickelungsvorgänge vom Auftreten der ersten Furche bis zum Schluss resp. völligen Verschwinden des Urdarmes und Urmunds und bis zur Ausbildung der Medullarwülste und der Amniosfalte. Ich führte aus, dass die Urmundbildung sich bei den Schlangen sehr kompliziert gestaltet, mannigfache Umformungen erleidet und frühzeitig zugrunde geht, und unterschied drei Stadien der Blastoporusbildung, das Archistom, das Prostom und das Metastom. Zugleich wies ich auf Verschiedenheiten in dem Entwickelungsprozess bei Kreuzotter und Ringelnatter hin.

Zur Erläuterung meines Vortrages hatte ich sowohl eine grössere Anzahl von Präparaten der

*) L. Will, Über die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter (Tropidonotus natrix). Biologisches Centralblatt, Bd. 19, 1899. Dasselbe auch in dem Sitzungsberichte der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, math.-physik. Kl. 1898.

**) Corning, Zur Frage der Blutbildung aus dem Entoderm. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 36, 1890.

***) Fr. Vay, Zur Segmentation von Tropidonotus natrix. Anatomische Hefte, Bd. II, 1893.

†) E. Ballowitz, Ein Kapitel aus der Entwickelungsgeschichte der Schlangen: Die Schicksale des Urmunds bei der Kreuzotter und Ringelnatter. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der 15. Versammlung in Bonn vom 26. bis 29. Mai 1901. S. 80.

betreffenden Stadien von der Kreuzotter und Ringelnatter ausgestellt als auch die sämtlichen, diesem Teil der Monographie beigefügten (lithographischen) Abbildungen und auch die Tafeln meiner Arbeiten über Ringelnatterentwickelung im Original demonstriert.*)

Zur Ergänzung dieser Bonner Mitteilungen sprach ich sodann in der Sitzung des Greifswalder medizinischen Vereins vom 6. Juli 1901 über „Epithelabstossung am Urmund“ bei Schlangenembryonen und illustrierte den Vortrag durch Demonstration von Präparaten, welche die Keimentwickelung der Ringelnatter von dem Grenzstadium zwischen Archistom und Prostom bis zur Ausbildung der Schmetterlingsfigur in den Hauptetappen vorführten.**)

Bald darauf liess ich meine ausführliche Abhandlung „über die Gastrulation bei der Ringelnatter bis zum Auftreten der Falterform der Embryonalanlage“***) folgen, in welcher ich besonderes Gewicht auf eine möglichst gute und vollständige Illustrierung der bis dahin noch nicht zur Darstellung gekommenen Entwickelungsvorgänge durch zahlreiche lithographische Abbildungen und Textfiguren gelegt habe. Da ich in meiner Monographie des öfteren auf diese Abhandlung zum Vergleiche mit der Otter zurückkommen werde, sei hier nur als das Wesentlichste hervorgehoben, dass ich darin die Ausbildung des Embryonalschildes, der Randsichel, der Urmundplatte, der Gastrulaeinstülpung bis zur Perforation des Urdarmes in die Furchungshöhle, ferner den allmählichen Verschluss des Urdarmes und Urmunds, die dabei auftretenden eigentümlichen Epithelwucherungen und Epithelabstossungen an der Vorderlippe des Urmunds, die Embryonalformen unmittelbar nach dem Verschluss des Urmunds, schliesslich im Zusammenhang damit die Keimblattbildung bei der Ringelnatter eingehend geschildert habe.

Zur Vervollständigung dieser Mitteilungen publizierte ich sodann noch einen Aufsatz im Archiv für Anatomie,†) welcher eine grössere Anzahl von bei ganz gleicher Vergrösserung gezeichneten Urmundbildern im Prostomstadium des Blastoporus bei der Ringelnatter bringt und die ausserordentliche Variabilität dieser Bildung schlagend dartut.

Inzwischen, etwa ein halbes Jahr nach meinem Bonner Vortrage, war in Nr. 10/11 des Anatomischen Anzeigers vom 26. November 1901 ein Aufsatz von U. Gerhardt††) mit einem Vorwort von O. Hertwig erschienen, worin die Keimblattbildung bei der Ringelnatter bis zum Durchbruchstadium des Urdarmes in die Furchungshöhle beschrieben wird. Dem Texte sind 17 photographische Reproduktionen als Textfiguren beigegeben, von denen 3 Flächenbilder, die übrigen meist Sagittalschnitte durch

*) Siehe den Demonstrationsbericht ebendort S. 204 und 205.

**) Sitzungsbericht des Medizinischen Vereins, Sitzung vom 6. Juli 1901. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1901, Nr. 38, Vereinsbeilage.

***) E. Ballowitz, Die Gastrulation bei der Ringelnatter (Tropidonotus natrix Boie) bis zum Auftreten der Falterform der Embryonalanlage. Mit 5 Tafeln und 41 Textfiguren. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 70, 1901.

†) E. Ballowitz, Urmundbilder im Prostomstadium des Blastoporus bei der Ringelnatter. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anat. Abt., 1902.

††) Ulrich Gerhardt, Die Keimblattbildung bei Tropidonotus natrix. Mit einem Vorwort von Oscar Hertwig. Anatomischer Anzeiger, Bd. 20, Nr. 10/11, 26. November 1901.

Natter-Gastrulae darstellen. Diese von Gerhardt gegebenen Figuren stimmen in allen wesentlichen Punkten genau mit den von mir in meiner Ringelnatterarbeit gebrachten, auf dem Bonner Kongress im Mai 1901 demonstrierten Abbildungen überein.

In einem Nachtrage hierzu in Nr. 22 des 20. Bandes des Anatomischen Anzeigers weist U. Gerhardt*) nachträglich auf meine oben aufgeführten, vorangegangenen Mitteilungen hin, welche ihm bei seiner ersten Publikation entgangen waren.

*) U. Gerhardt, Nachtrag zu der Abhandlung „Über die Keimblätterbildung bei Tropidonotus natrix". Anatomischer Anzeiger, Bd. 20, 1902, S. 570/571.

III. Beschaffung des Materials.

Die Kreuzotter ist in Neuvorpommern und auf den Inseln Rügen und Usedom überall verbreitet*) und in manchen Gegenden sogar recht häufig. Auch in der Umgegend von Greifswald ist sie nicht selten,**) besonders auf Heiden und Torfmooren, in Kieferwäldern und Brüchen. Manche Gegenden von Rügen und Usedom sind wegen ihres Reichtums an Giftschlangen geradezu verrufen. Am häufigsten findet man sie hier im ersten Frühling auf der Schnepfensuche und dann wieder im Spätsommer und Vorherbst. Auf meinen Exkursionen und auf Jagden habe ich oft genug Ottern angetroffen und getötet.

Auf diese Weise wäre es mir aber wohl kaum gelungen, ein halbwegs genügendes Material für entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen zusammenzubringen; wenigstens hätte es dazu einer sehr langen Zeit bedurft. Ich musste daher andere Massnahmen ergreifen.

Sehr zum Vorteil wurde mir nun der Vernichtungskrieg, der von seiten vieler Provinzialregierungen und Kommunalverwaltungen dem giftigen Reptil seit einigen Jahren in den Gegenden Deutschlands erklärt ist, welche von der Schlangenplage heimgesucht sind.

Wenn es auch nur selten vorkommt, dass ein erwachsener Mensch an einem Kreuzotterbiss zugrunde geht, so verursacht das in den Blutkreislauf übergeführte Gift doch eine heftige lokale und allgemeine Erkrankung, die besonders durch ihre Begleiterscheinungen, die sehr ausgedehnten, blutunterlaufenen Schwellungen am gebissenen Gliede, lästig wird und eine längere Arbeitsunfähigkeit, ja bisweilen Siechtum, nach sich ziehen kann. Für Kinder, die beim Beerensuchen und Spielen im Walde häufiger gebissen werden, als Erwachsene, weil sie auf dem Lande meist mit blossen Füssen oder doch nur mit dünnen, von den Giftzähnen durchschlagbaren Schuhen herumlaufen, wird durch den Kreuzotterbiss eine unmittelbare Lebensgefahr gegeben.

Von vielen Behörden ist daher auf die Einlieferung der Köpfe von frischgetöteten Kreuzottern eine bisweilen nicht unbeträchtliche Prämie gesetzt. So wurde z. B. in den letzten Jahren in dem Kreise West-Havelland eine Prämie von 0,75 Mark pro Stück gezahlt. Infolgedessen haben sich dort, wo es sich

*) Vgl. auch: J. Blum, die Kreuzotter und ihre Verbreitung in Deutschland. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, 1887, Bd. 15. Ferner: L. Holtz, Pelias berus L., im allgemeinen und mit besonderer Berücksichtigung der Provinz Pommern. Mitteilung aus dem naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen, XVII. Jahrg., 1886.

**) Schon Weigel hat sie 1783 bei Greifswald gesammelt und zwar die kupferrote Spielart chersea. C. E. Weigel, Beitrag zur Bestimmung der Schlangenarten. Abhandlungen der Hallischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. I, 1783, S. 13.

lohnt, d. h. die Kreuzotter häufig ist, spekulative Leute förmlich darauf gelegt, Giftschlangen zu jagen und den Schlangenfang gewerbsmässig zu betreiben.

Nach vielfachen Bemühungen gelang es mir nun, solche berufsmässigen Schlangenjäger in verschiedenen Gegenden Deutschlands ausfindig zu machen und die intelligenteren unter ihnen zu veranlassen, mir frischgefangene Kreuzottern lebend zuzuschicken.

Originell, wenn auch einfach, ist die Fangart, welche manche Fänger anwenden. Sobald sie eine Schlange liegen sehen, treten sie zuerst mit dem durch Stiefel aus dickem Leder geschützten Fusse darauf, um das Tier am Entfliehen zu verhindern. Sodann fassen sie die Schlange dicht hinter dem Kopfe in der Halsgegend mit einer dreiarmigen Zange, die wie eine grosse, langarmige Brennschere aussieht. Hierdurch wird das Reptil ohne jede Beschädigung sehr wirksam in der Zange festgeklemmt, sodass es ohne Gefahr vom Erdboden aufgenommen und in einen dazu bestimmten Behälter, Beutel, Kiste oder dergleichen hineingesetzt werden kann. Andere Fänger machen noch weniger Umstände und fassen die Schlange, nachdem sie ihren Kopf mit einem Gabelstock gegen den Erdboden angedrückt haben, einfach mit der Hand am Halse dicht hinter dem Kopf.

Die günstigste Zeit zum Fang ist das Frühjahr. Die Ottern verlassen dann ihre Winterquartiere, liegen mit Vorliebe in der Sonne und widmen sich nach bestandener Häutung alsbald dem Begattungsgeschäft. Dazu kommt, dass die Vegetation im Walde noch niedrig ist. Wie meine Fänger mir mitteilten, kommen die Ottern bei günstiger Witterung schon Mitte Februar aus ihren Winterquartieren und zwar sollen die Männchen früher als die Weibchen erscheinen. Später, in der ersten Hälfte der Tragezeit, wird es schwieriger, Ottern zu erhalten: es scheint, als ob sich die Weibchen um diese Zeit mit Vorliebe verkriechen. Erst gegen Ende der Schwangerschaft werden die schwerfälliger und träger gewordenen Weibchen wieder häufiger gefunden. Auch im Herbste sieht man die Giftschlangen häufiger als im Sommer. Der Fang hängt sehr von der Witterung ab, besonders im Frühling. An kalten, regnerischen Tagen verkriechen sich die Schlangen, sodass die Fänger dann tagelang herumlaufen konnten, ohne eine einzige zu finden. Der kalte Frühling des Jahres 1900 war daher für meine Zwecke sehr wenig ergiebig.

Die Paarung der Kreuzotter beginnt nach Brehm*) erst wenn das Frühlingswetter beständig geworden ist, gewöhnlich anfangs April und von dieser Zeit an bis zu Ende dieses Monats und selbst bis zum Anfang des Mai. Ausnahmsweise soll es nach demselben Autor geschehen, dass sich Kreuzottern auch schon früher, z. B. schon Mitte März paaren. Nach meinen Erfahrungen dürfte unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen die Hauptzeit dafür in Norddeutschland der Monat Mai sein, besonders in seiner ersten Hälfte. Die Witterung hat hierbei grossen Einfluss. Bei warmem Wetter kann die Paarung schon von Mitte, ja von Anfang April ab stattfinden. Ein Fänger aus der Provinz Sachsen schrieb mir, dass er schon Ende März die Paarung beobachtet hat. Ein anderer Fänger teilte mir mit, dass er die letzten kopulierten Pärchen in der Umgegend Berlins noch Anfang Juni angetroffen hat. Im kalten Frühling des Jahres 1900 erhielt ich noch am 29. und 31. Mai mehrere grosse, unbefruchtete Weibchen mit grossen, fast reifen Eiern in den Ovarien, die unzweifelhaft noch zur Ausbildung gekommen wären; in den Ovi-

*) Brehms Tierleben, Bd. 7, 1878, S. 458.

dukten liessen sich keine Spermien nachweisen. Jedenfalls ist die von Brehm für die Paarung der Kreuzotter angegebene Zeit zu kurz bemessen.

Mit meinen Feststellungen stimmen auch die Angaben von Dürigen*) überein, welcher in seiner Naturgeschichte der deutschen Reptilien und Amphibien S. 359 sagt: „Je nach der Witterung beginnt Ende März, zu Anfang, um die Mitte oder Ende April die Paarungszeit, und von da ab bis in den Mai hinein kann man auf sonnigen Plätzen am Tage, jedoch auch in der Nacht (?) einzelne Paare, denen sich allerdings zuweilen eine Anzahl anderer Kreuzottern beigesellen und somit einen „Haufen“ oder „Knäuel“ bilden, in der Begattung antreffen. — Einige Beobachtungen haben dargetan, dass die Kreuzotter unter aussergewöhnlichen Verhältnissen sich schon im Dezember oder noch etwas früher paart: und nur dadurch lässt sich der von O. E. Eiffe (Zool. Garten, 1891, S. 352) mitgeteilte Fall, wonach drei am 12. März 1882 bei Hamburg gefangene Weibchen hochträchtig waren und eines der letzteren am selben Tage ein Junges gebar (worauf es verendete) erklären.“

Nach meinen Erfahrungen finden sich bei den meisten erwachsenen Weibchen im letzten Drittel des Mai Spermien sehr reichlich und in lebhaftester Bewegung innerhalb der Eileiter und zwar bei den Individuen, bei welchen die Ovarien schon reife oder fast reife Eier besitzen oder bei denen die Eier die Ovarien schon verlassen haben, in den Eileiter eingedrungen und hier noch leicht verschieblich sind. Das Sperma kann so reichlich sein, dass es sich in Form kleiner weisslicher Würstchen aus den Ovidukten herausdrücken lässt.**) So erhielt ich z. B. am 21. Mai 1898 13 grosse Weibchen aus der Mark Brandenburg, wovon 8 Exemplare grosse, reife Ovarialeier besassen: in die Eileiter war noch kein Ei eingewandert. Bei den übrigen Tieren waren die Ovarialeier noch kleiner und unreif. Während nun bei den letzteren keine Spermien in den Ovidukten aufgefunden werden konnten, liessen sich in den Eileitern der anderen 8 Weibchen sehr zahlreiche Spermien in lebhaftester Bewegung durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen. Ähnliche Befunde erhielt ich auch noch in den letzten Tagen des Mai. Die Begattung der Weibchen scheint demnach kurz vor der Reife und der Ablösung der Ovarialeier zu erfolgen. In dem kalten Frühling des Jahres 1900 machte ich sogar am 10. Juni an einem befruchteten, reichlich mit Sperma versehenen Weibchen die Beobachtung, dass sich noch die sämtlichen reifen Eier in den Ovarien befanden.

Die Furchungen und die ersten Embryonalstadien bis zur Bildung der Allantois wurden gewöhnlich in den letzten Tagen des Mai und in den ersten Tagen des Juni bis gegen Mitte dieses Monats von mir angetroffen. Gegen Ende Juni ist die Allantois schon entfaltet.

Witterung und Örtlichkeit spielen auch hierbei wieder eine grosse Rolle. In kalten, regnerischen Frühjahren setzt die Entwickelung etwas später ein als in warmen, trockenen Jahren.

Alle Eier eines und desselben Weibchens befinden sich stets ziemlich auf der gleichen Entwickelungsstufe.

Die Geburt der mit der völlig ausgebildeten jungen Schlange versehenen Eier erfolgt in Nord-

*) Dürigen, Deutschlands Amphibien und Reptilien. Magdeburg 1897.

**) In den Schnittserien früher Entwickelungsstadien traf ich bisweilen zwischen Oolemm und der von der Uteruswand abgesonderter Schale Haufen von Spermien an.

deutschland Ende August und Anfang September, nach Lenz*) von Mitte August bis Mitte September; nach Blum**) aber auch noch im Oktober, je nachdem die Paarung früher oder später erfolgte. Wie oben schon erwähnt, werden die Eihäute sogleich nach der Geburt von der jungen Schlange gesprengt, die sich sogleich, nachdem sie abgetrocknet ist, häutet. —

Die Schlangenfänger verpflichtete ich nun, mir in regelmässigen kürzeren Zeitabschnitten, etwa alle 8—10 Tage, Jahre hindurch während der Tragzeit der Ottern möglichst viele frisch gefangene, erwachsene Kreuzottern lebend zuzuschicken. Manche Fänger lernten es bald, die Männchen von den Weibchen zu unterscheiden, sodass sie mir nur trächtige Weibchen senden konnten. Die Tiere wurden meist zwischen Moos in sicheren, dickwandigen, mit kleinen Luftlöchern versehenen Kisten versandt, darin entweder freibeweglich oder in einen Beutel eingeschlossen.

So gelang es mir, seit dem Frühling 1897, in welchem ich mit dem systematischen, ausgedehnten Sammeln begann, eine grosse Anzahl von Schlangensendungen zu erhalten, hauptsächlich aus der Mark Brandenburg, aus der Umgegend von Königsberg in Preussen, aus Sachsen, Böhmen und Pommern. Nach der Anzahl der abgeschnittenen, von mir zum grössten Teil noch aufbewahrten Köpfe zu urteilen, kamen bis jetzt (Juni 1901) weit über 500 geschlechtsreife,***) ausgewachsene Kreuzottern in meinen Besitz, von denen nur ein sehr geringer Bruchteil Männchen waren. Unter den Weibchen befand sich allerdings eine grössere Anzahl mit noch unbefruchteten Eierstockseiern, welche für meine embryologischen Untersuchungen wertlos waren, ein Übelstand, der sich natürlich nicht vermeiden liess. Meine Untersuchungen haben daher, nebenbei bemerkt, auch nicht unwesentlich dazu beigetragen, manche Gegenden wenigstens für eine Zeit von der Otternplage zu befreien: meine Fänger mussten in den letzten Jahren in den von ihnen früher abgesuchten Gegenden schon meilenweite Exkursionen machen, um Giftschlangen zu erbeuten.

Die meisten und am auffälligsten von einander abweichenden Farbenvarietäten (grünlichweisse mit schwarzer Zickzacklinie neben einförmig kupferrothbraunen und ganz schwarzen†) erhielt ich von dieser

*) Lenz, Schlangen und Schlangenfeinde, II. Auflage, Gotha 1870.

**) l. c. S. 137.

***) Nach Blum (l. c. S. 137) erfolgt die Geschlechtsreife erst, nachdem die Schlangen schon ziemlich erwachsen sind, nicht vor dem vierten Jahre.

†) Var. prester. Schon Lenz erwähnt in seiner Schlangenkunde (l. c. S. 75), dass nach Effeldt die schwarze Varietät der Kreuzotter in Königsberg i. Pr. häufiger vorkommt und auch bei Greifswald gefunden wurde. Blum sagt (l. c. S. 130) über das Vorkommen der schwarzen Varietät: „Im Hochgebirge sind die Tiere düster gefärbt; im allgemeinen herrscht daselbst die schwarze Färbung (prester) vor . . . . Nach den Mitteilungen von Dr. A. Walther in Jena kommt in den schattigen Wäldern Livlands nur var. prester, selten die braune Stammart vor. In Deutschland findet sich var. prester in den Algäuer-, Bayerischen-, Salzburger-Alpen und in den Torf- und Moorgegenden der nordwärts davon liegenden Hochebene bis in die Donaugegend; in Württemberg über die Donau hinaus. Ferner findet sie sich im Schwarzwald, vereinzelt im Erzgebirge, Lausitzergebirge und in Oberschlesien. Im Fichtelgebirge, Thüringerwald und Harz scheint sie zu fehlen; dagegen trifft man sie wieder in den Moor- und feuchten Torfpartien der norddeutschen Tiefebene, besonders in Ost- und Westpreussen und in Pommern. — Inwieweit Bodenbeschaffenheit, Klima, Licht und Schatten, Höhenlage, Nahrung und Schutzbedürfnis die Färbung beeinflussen, bleibt noch eine zu lösende Frage. Alexander von Homeyer glaubt, dass die pommerschen Kreuzottern der Waldmoore und Heiden bei selbst heller Oberfärbung oft und gern die Unterseite nicht hornbläulich

in der Färbung so variablen*) Schlange aus der Königsberger Gegend. Die Durchschnittslänge**) der trächtigen Weibchen betrug 55—65 cm. Das grösste Weibchen, welches ich erhielt, hatte ein Ausmass von 85 cm.**) Diese Weibchen lieferten mir nun über 1 ½ Tausend Keimscheiben und Embryonen, wobei ich nur die völlig intakten, ganz normalen Eier berücksichtigt habe.

Es kommt nämlich bei den lebend gefangenen Schlangen nicht selten vor, dass Eier innerhalb des Eileiters verletzt und nach Verletzung in Degeneration begriffen sind. Wie oben geschildert, treten die Fänger bei dem Fang auf die Tiere, um sie festzuhalten, wodurch Eier im Eileiter zerdrückt werden können. Aber auch wenn die Verletzung nicht so weit geht, so kann doch an solchen Stellen die Eileiterwand derart in Mitleidenschaft gezogen werden, dass die Ernährung der dort gelegenen Eier leidet und letztere der Degeneration anheimfallen. Ganz frische stärkere Verletzungen sind an dem Bluterguss und dem ausgetretenen Dotter leicht kenntlich; auch Verwachsungen und ausgedehnte Verklebungen dieser Teile kommen danach zur Beobachtung. Die nach etwas älteren Läsionen in Degeneration begriffenen Eier unterscheiden sich von den normalen leicht dadurch, auch wenn keine Verunstaltungen der Form bestehen und der Dotter nicht ausgelaufen war, dass der Eidotter eigentümlich glasig durchscheinend und etwas dunkler gelb aussieht.

Ausser in den beim Fange verletzten Weibchen kommen Abortiveier ohne erkennbare Keimanlagen aber auch in der späteren Tragezeit bei ganz frisch gefangenen Individuen zwischen den mit normalen.

sondern schwarz haben. Viele Gewährsmänner sind der Meinung, dass auf trockenem Terrain die Tiere heller gefärbt erscheinen und dass je feuchter die Örtlichkeit, desto dunkler dann die Färbung sei. So fand O. Goldfuss in dem trockenen, sandigen Schiesshauswalde bei Kreuzburg (Oberschlesien) ganz helle, grauweisse und hellbraune, in dem feuchtgelegenen Kobyllno dagegen fast schwarze und ganz dunkelbraune Exemplare. Prof. Möbius in Kiel schreibt, dass braune Tiere mit deutlichem Zickzackstreifen mehr auf der Heide vorkommen, braun-schwarze mit verwischtem Zickzackstreifen mehr auf Mooren."

Das Zusammenfallen des Vorherrschens der var. prester im Hochgebirge mit dem häufigen Vorkommen dieser schwarzen Abart in den nordischen Torfmooren bietet, wie mir scheint, ein besonderes Interesse. Unwillkürlich wird man dabei an das Vorkommen so mancher alpiner Pflanzenformen in den Torf- und Moorgegenden Norddeutschlands erinnert.

*) Blum bemerkt l. c. S. 132 mit bezug auf die Färbung der Kreuzotter: „Für das Männchen ist die helle, also graue Grundfarbe der Oberseite in ihren verschiedenen Abstufungen charakteristisch, für das Weibchen die dunkle braune Farbe. Weibchen mit hellrotbrauner Oberseite und rötlicher Unterseite bilden die var. chersea. Alte Weibchen erhalten öfters die graue Farbe der Männchen, wie ja auch bei vielen anderen Tieren alte Weibchen gern Eigenschaften, welche dem Manne eigen sind, annehmen. Var. prester gehört meistens dem weiblichen Geschlechte an; doch gibt es auch schwarze Männchen. Ein solches Exemplar befindet sich z. B. in der technischen Hochschule in Karlsruhe."

Auch ich erhielt einige schwarze Männchen aus der Gegend von Königsberg i. Pr. und aus Pommern.

**) Nach Dürigen (l. c. S. 339) beträgt die gewöhnliche Länge der ausgewachsenen Kreuzotter 50—60 cm. Hochgebirgstiere sind schon bei 45 cm Länge ausgewachsen. Stücke von 70 cm zählen zu den Seltenheiten und solche von mehr als 70 cm zu den Ausnahmen. — Die Weibchen sind länger als die Männchen und sollen sogar bis 90 cm lang werden. Nach Blum (l. c. S. 129) „wird das Kreuzottermännchen etwa 60 cm lang. Das Weibchen ist im allgemeinen grösser, bis 70 cm lang; zuweilen finden sich aber auch Tiere von 80 cm und darüber. C. Struck in Waren hat ein Exemplar erlegt, welches eine Länge von 81 cm hatte".

weit entwickelten Embryonen versehenen Eiern nicht selten zur Beobachtung. So habe ich z. B. mehrmals zwischen den schon mit Gefässhof versehenen Eiern solche angetroffen, die von einer Embryonalanlage keine Spur erkennen liessen. Einen derartigen Befund erhält man auch noch bei Schlangen mit grossen Embryonen. So fanden sich in einem frisch gefangenen Weibchen, welches ich am 2. August 1899 erhielt, 9 Eier mit grossen Embryonen und dazwischen ausserdem noch in dem einen Uterus 4 glasige kleine Abortiveier. Diese Abortiveier sind entweder unbefruchtet geblieben oder sie wurden einmal zu früher Zeit durch äussere Insulte verletzt, sodass sie degenerierten. Jedenfalls beeinträchtigen diese abgestorbenen Eier nicht die Entwickelung der benachbarten und erhärten die Tatsache, dass die Kreuzotter sehr wenig zum Abort neigt.*)

Alle diese nicht normalen Eier und auch solche, welche hinreichend verdächtig waren, dass ihre Ernährung in letzter Zeit keine normale mehr gewesen sein könnte, wurden von mir für das Studium der normalen Entwickelung verworfen. Sie wurden zwar auch genauer untersucht, aber stets als minderwertig zurückgestellt. Ihre Untersuchung zeigte, dass an den glasigen Eiern auch der Keim mehr oder weniger einem Schwunde anheimgefallen war. Dadurch wurden andererseits wieder manche Präparate von degenerierten Eiern recht lehrreich. Auf Tafel VI habe ich in den Figuren 140—142 drei von solchen Eiern stammende Embryonen abgebildet; an den betreffenden Stellen werde ich hierauf noch zurückkommen.

Abgesehen von diesen durch äussere Verletzung entweder direkt getroffenen oder in ihrer Ernährung herabgesetzten Eiern muss mein Material als durchaus normal und einwandfrei bezeichnet werden. Höchstens könnte noch die nur kurze Freiheitsberaubung bei diesen gegen Gefangenschaft empfindlichen Tieren geltend gemacht werden. Kreuzottern nehmen bekanntlich in der Gefangenschaft — mit sehr seltenen Ausnahmen — nicht die geringste Nahrung zu sich und verhungern schliesslich. Meist speien sie auch kurze Zeit nach ihrer Gefangennahme die Nahrung wieder aus, welche sie in Freiheit zu sich genommen hatten.**) Die Dauer der Gefangenschaft war indessen bei meinen Tieren nur eine sehr geringe. Die Fänger waren angewiesen, die von ihnen gefangenen Tiere möglichst umgehend nach dem Fange mir zuzusenden. Dass sie meinen Anweisungen Folge leisteten, ging daraus hervor, dass die gefangenen Ottern häufig noch die kurz vorher in der Freiheit verschlungene Nahrung***) in erst wenig

*) Auch Lenz (Schlangenkunde, II. Aufl., S. 100) fand, wiewohl selten, unter den befruchteten Eiern einzelne unbefruchtete und bemerkte bisweilen, dass die Ottern, wenn sie Junge bekommen, solch ein unbefruchtetes Ei mitlegen. Ebenso berichtet Strahl (Archiv für Anat. u. Physiol., anat. Abt., 1883, S. 8) von Lacerta, dass sich nicht selten zu Grunde gegangene und in regressiver Metamorphose begriffene Eier im Eileiter neben einer Anzahl sonst regelmässig entwickelter Eier vorfinden; ein Embryo war an diesen Eiern nicht vorhanden.

**) Lenz sagt in seiner Schlangenkunde (II. Aufl., 1870, S. 103): „Es ist, als ob die Kreuzotter von dem Augenblicke an, wo sie in die verhasste Gefangenschaft fällt, den Entschluss fasste, zu verhungern, denn fast ohne Ausnahme speit sie entweder sogleich, oder doch nach wenig Stunden oder Tagen die genossene Nahrung wieder aus, selbst wenn man sie so behutsam fing, dass sie dabei ausser am Schwanzende, gar nicht gedrückt wurde. Zuweilen speit sie schon, indem man sie am Schwanze emporhebt, öfters, während man sie in dem Säckchen nach Hause trägt, und oft auch, wenn sie schon zu Hause eine Zeit lang ungestört in der ihr angewiesenen Wohnung gelegen hat.“

***) Soweit ich den Magen- und Darminhalt untersucht habe, fand ich darin im Zustande mehr oder weniger weit vorgeschrittener Verdauung am häufigsten Mäuse, dann auch Eidechsen und Blindschleichen. Von

verdautem Zustande bei sich führten. Wenn die Gefangenschaft bei einigen lange gedauert hat, so sind es höchstens einige wenige Tage gewesen. Ich selbst habe die Tiere ausnahmslos sofort nach dem Empfang getötet und die Konservierung der Eier besorgt. Diese Zeitdauer ist aber sicher nicht von irgendwelchem wesentlichen Einflusse auf die Ausbildung der Keime gewesen, deren Entwickelung in dem gefangenen Tiere wohl ebenso weiter gegangen ist, wie sie in dem in Freiheit befindlichen weiter gegangen wäre, zumal auch die Verdauung der vorher aufgenommenen Nahrung bei den meisten nicht unterbrochen wurde. Das bewies die mikroskopische Untersuchung der Embryonen, besonders auch das reichliche Vorhandensein von typischen Mitosen im keimenden Gewebe. Vielleicht war bei diesem oder jenem Individuum eine leichte Retardation der Entwickelung die Folge des kurzen Gefangenseins, eine Störung der normalen Entwickelung blieb aber ausgeschlossen.

Auch der Transport der Tiere hat sicher gar keinen Einfluss auf die Keimentfaltung ausgeübt, da Abort niemals zur Beobachtung kam, und die trächtigen Weibchen die an sich nicht lange Reise gut vertrugen. Trächtige Reptilien überstehen überhaupt selbst tagelangen Transport auf der Bahn sehr gut. So habe ich von der Riviera di ponente mehrmals während der Sommermonate Sendungen lebender trächtiger Lacerten erhalten, die ohne Schaden für ihre Keimanlagen sehr munter bei mir ankamen. —

Um auch eine giftlose Schlange zum Vergleiche heranzuziehen und dieser Monographie eine breitere Basis zu geben, habe ich nicht versäumt, von der Ringelnatter (Tropidonotus natrix Boie) ein grösseres Material zu sammeln. Die Nattern wurden in der gleichen Weise, wie oben beschrieben, gefangen und mir zugeschickt: auch stammten sie aus denselben Gegenden.

Bei der Schilderung der Entwickelung der Kreuzotter werde ich daher auch auf die Ringelnatter nach eigenen Untersuchungen Bezug nehmen können. Um diese Monographie etwas zu entlasten, habe ich schon einen Teil meiner Untersuchungen über die ersten Entwickelungsvorgänge bei der Ringelnatter an anderer Stelle (siehe die obige Literaturübersicht Seite 9) ausführlich veröffentlicht. Ich werde daher hier nur nötig haben, auf diese meine vorangeschickten Publikationen kurz zu verweisen.

---

besonderem Interesse ist, dass ich bisweilen im Tractus intestinalis der grossen trächtigen Weibchen auch kleinere Kreuzottern antraf, welche ihrer Grösse nach aus dem vorigen Jahre stammten. So befanden sich z. B. bei einer am 8. Juni gefangenen trächtigen Kreuzotter im Magen eine halbverdaute grössere Maus und dahinter 2 kleine, etwa spannenlange, noch gut erhaltene Kreuzottern. Die grösseren Kreuzottern verschlingen also in der Freiheit auch kleinere Exemplare ihrer eigenen Art.

IV. Untersuchungsmethoden. Präparation und Konservierung der Keimscheiben und Embryonen.*)

Bei der Konservierung des embryologischen Materials kam es mir darauf an, die Keimanlagen und Embryonen ganz lebensfrisch zu fixieren und am ganzen Ei unter möglichster Vermeidung einer irgendwie eingreifenden Präparation zu konservieren. Dieses Verfahren, für welches sich die Kreuzottereier, wie wohl selten ein embryologisches Material, eignen, erwies sich wenigstens für die ersten und mittleren Embryonalstadien als das zweckmässigste. Bei den älteren Stadien mit schon weit entfalteter Allantois und bei den grösseren Embryonen war es geboten, die Embryonen zum Zwecke der Fixierung vom Ei zu isolieren und frei zu präparieren; aber auch von den späteren Embryonalstufen wurde stets daneben eine Anzahl Eier in toto konserviert.

Alle mir lebend in mein im anatomischen Institut befindliches Laboratorium eingelieferten Schlangen wurden sogleich nach Empfang durch Chloroform getötet, indem ich einfach in die Transportkisten ein Quantum Chloroform hineingoss. Schlangen chloroformieren sich nach einem kurzen Exzitationsstadium sehr schnell. Das Abtöten durch Chloroform bietet auch den wesentlichen Vorteil, dass die bei diesen Reptilien ausserordentlich grosse Reflextätigkeit eliminiert wird. Würde man Schlangen auf anderem Wege, etwa durch Dekapitation, töten, so wäre es infolge der noch stundenlang rege bleibenden Reflextätigkeit völlig unmöglich, an dem noch lebensfrischen Körper eine Präparation vorzunehmen; bei jeder Berührung, bei jedem Einschnitt windet sich der Körper noch langezeit nach der Dekapitation hin und her.

Die chloroformierten Schlangen schüttete ich sodann direkt aus den Transportkisten in hohe Standgläser. Aus diesen entnahm ich jede Otter einzeln, indem ich sie mit einer langarmigen Feuerzange am Kopfe fasste, und schnitt ihr dann mit einer Schere am Halse den Kopf ab. Die abgeschnittenen Köpfe tat ich in ein Glas mit Spiritus. Wenn man in dieser Weise vorgeht, ist eine Gefahr auch bei schnellem Arbeiten absolut ausgeschlossen; die Tiere können weder entweichen, noch hat man irgend eine Möglichkeit, mit ihren Giftzähnen in Berührung zu kommen.

An den kopflosen Rümpfen eröffnete ich dann sofort die Bauchhöhle, indem ich von der Kloake aus mit einer geknöpften Schere die seitlichen Bauchdecken und Rippen durchschnitt. Etwas Aufmerksamkeit erfordert das Aufschneiden in der Lebergegend, damit die oberflächlich gelegene Gallenblase

*) Vgl. auch den von mir bearbeiteten Artikel „Embryologische Technik" in der von Ehrlich, Weigert, R. Krause u. a. herausgegebenen Encyklopädie der mikroskopischen Technik, 1903, unter: Reptilien, Abt. I, S. 243.

nicht verletzt wird. Nach Entfernung der unteren Bauchwand liegt dann die ganze Eingeweidehöhle mit den beiden eierhaltigen Uteri bequem frei. Ich durchschnitt nun das Mesenterium von Eileiter und Uterus und legte die eierhaltigen Abschnitte direkt in die Fixierungsflüssigkeit. Sind die Eier im Uterus noch frei beweglich, so lässt man sie aus dem angeschnittenen Uterusschlauche herausgleiten, indem man sein eines Ende etwas hoch hält. Sobald die Eier aber im Uterus fixiert sind — und das geschieht schon sehr bald in den frühen Furchungsstadien — ist es nicht mehr gut möglich, an dem frischen Präparat die Uteruswand von den davon umschlossenen und damit verklebten, weichen Eiern abzupräparieren. Ich verfuhr daher in der Weise, dass ich die ganzen Uteri, welche durch die meist in regelmässigen Abständen hinter einander gelegenen Eier rosenkranz- oder perlschnurartig aufgetrieben sind, sogleich nach der Herausnahme aus der Leibeshöhle in flache Schalen mit Fixierungsflüssigkeit legte, an den eingeschnürten Stellen zwischen den Eiern in kleinere Stücke zerschnitt und die Fixierungsflüssigkeit 1—2 Stunden einwirken liess. Nach dieser Zeit ist die dünne Uteruswand soweit erhärtet, dass sie sich von dem in den oberflächlichen Lagen gleichfalls schon fixierten Ei leicht ablösen lässt, indem man sie zwischen zwei feinen Pinzetten einreisst und der Länge nach stückweise von den Eiern abzieht. Durch diese Manipulation werden die Eier in der Fixierungsflüssigkeit selbst ohne jede Beschädigung leicht entwickelt und isoliert. Zur weiteren Fixierung werden sie in einem reichlichen Quantum der Flüssigkeit in grösseren Abständen von einander derart auf einer Watteunterlage aufgestellt, dass die Keimanlagen alle nach oben gerichtet sind. Die Fixierungsflüssigkeit dringt durch die dünne, zarte, durchsichtige Schale und Eihaut sehr leicht ein, wobei beide von der Eioberfläche etwas gelockert werden und sich nicht selten blasenartig abheben. Durch Einreissen dieser dünnen Häute kann man das Eindringen der Fixierungsflüssigkeit und später des Alkohols noch beschleunigen.

Als Fixierungsmittel benutzte ich in erster Linie Eisessig-Sublimatlösung (5 Teile Eisessig auf 100 Teile einer in der Wärme gesättigten, wässerigen Sublimatlösung), welche sich mir für embryologische Zwecke vorzüglich bewährt hat. Darin verblieben die Eier 6 bis 12, höchstens bis 24 Stunden. Auch die Zenkersche Flüssigkeit und Rabls Pikrinsäuresublimatlösung habe ich viel benutzt, die letztere aber nur für mittelgrosse, aus dem Ei frei präparierte Embryonen.

Ferner wurde eine Anzahl Embryonen vom Gastrulastadium an aufwärts in einer Mischung von 1prozentiger Chromsäure 1 Teil und 3prozentiger Salpetersäure 3 Teile fixiert. Den Salpetersäurezusatz wählte ich, um ein schnelles Eindringen zu ermöglichen, während die Chromsäure die Plastik*) der Präparate hervortreten lässt. Die Dauer der Fixierung betrug höchstens 24 Stunden.

*) Mehnert (Gastrulation und Keimblätterbildung bei Emys lutaria taurica. Schwalbes Morphologische Arbeiten. Bd. I. 1892, S. 365) hat mit Recht darauf hingewiesen, dass bei embryologischen Untersuchungen zum Studium der Oberflächenbilder die Behandlung mit Chromsäure nicht vernachlässigt werden darf, weil die Chromsäure gerade die Plastik der embryonalen Körperform sehr vorteilhaft hervortreten lässt. Mehnert geht aber zu weit, wenn er diese Eigenschaft anderen Reagentien ganz abspricht und sagt: „Ein grosser Nachteil der Salpetersäure- und Sublimatfixation besteht für entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen in der Weissfärbung, welche die äusseren Reliefverhältnisse nicht mit genügender Schärfe hervortreten lässt. Aus diesem Grunde sind derart behandelte Objekte für die Herstellung von Oberflächenbildern nicht geeignet.“ Ich habe an meinem Material vielmehr die Erfahrung gemacht, dass nicht allein die Zenkersche Flüssigkeit, sondern auch besonders Eisessigsublimat

Zur Konservierung älterer Embryonen benutzte ich auch stärkeren Alkohol und Formollösung (4 %). In Formol wurden auch Eier mit älteteren Embryonen in toto aufbewahrt.

Die Härtung geschah in von 40 % allmählich ansteigendem Alkohol.

Um bei dem Flüssigkeitswechsel die Eier möglichst wenig aus der Lage zu bringen und die Keime nicht zu gefährden, sog ich jedesmal die verbrauchte Flüssigkeit vermittelst einer gläsernen Spritze aus den flachen Schalen heraus, um dann die neue Flüssigkeit hinzuzugiessen. Auf diese Weise liessen sich die ganzen Eier mit dem völlig intakten Keim in seiner natürlichen Lage auf das beste konservieren. Zur Aufbewahrung wurden schliesslich die gehärteten Eier und isolierten Embryonen mit Eilöffelchen in andere mit 96 prozentigem Alkohol gefüllte Schalen übergeführt, deren Boden mit einem Wattepolster belegt war.

Bei der wissenschaftlichen Verarbeitung dieses Materials verfuhr ich stets in der Weise, dass die Keimanlage zuerst bei Lupenvergrösserung untersucht, gemessen und abgezeichnet wurde und zwar in ungefärbtem und gefärbtem, wenn erforderlich, auch aufgehelltem Zustande.

Jede so behandelte Keimanlage erhielt ihre genaue, mit der Nummer des Untersuchungsprotokolls übereinstimmende Bezeichnung.

Erst dann wurde zur Einbettung und Anfertigung der Schnittserien geschritten. Mit Bezug auf die erstere will ich hier nur bemerken, dass Paraffinsorten mit dem Schmelzpunkt von 52 bis 56°, gewöhnlich von 52°, benutzt wurden. Zur Abkühlung des Paraffins nahm ich stets Eiswasser. Wesentliche Schrumpfungen wurden nicht beobachtet. Zur Vorbehandlung diente Chloroform.

Zum Schneiden der Serien benutzte ich mein grosses Mikrotom von Schanze, welches mich niemals im Stich gelassen hat. Als Schnittdicke wählte ich 15 μ, in bestimmten Fällen auch 10 μ. Wo nicht ausdrücklich anderes bemerkt ist, handelt es sich im Text stets um 15 μ dicke Schnitte. Alle Schnitte fertigte ich mit schräg gestellter Klinge an und brachte jeden einzeln mit der Hand vom Messer auf den Objektträger. Diese Schneidemethode erscheint mir persönlich für embryologische Untersuchungen als die zuverlässigste. Bänderserien mit quergestellter Klinge habe ich nicht geschnitten.

Zum Aufkleben der Schnitte besitzen wir jetzt in der kombinierten Eiweiss-Wasser-Methode ein geradezu ideales Verfahren, welches an Vollkommenheit und Zuverlässigkeit alles Wünschenswerte leistet. Dieses Verfahren scheint in der embryologischen Technik zur Anfertigung von Serien noch nicht sehr bekannt und allgemein verbreitet zu sein. Ich will es daher kurz schildern.

---

die feineren Reliefverhältnisse der Keimanlagen vorzüglich fixieren, sodass alle Einzelheiten im Flächenbilde unter der Lupe bei zweckmässiger Beleuchtung auf das beste hervortreten. Die meisten plastischen Abbildungen meiner Tafeln sind nach Eisessig-Sublimat-Präparaten gezeichnet. Die Weissfärbung der Präparate ist dabei kein Nachteil, wenn auch zugestanden werden muss, dass sie scharfe Beobachtung und Ausnutzung eines günstigen Schattenwurfes erfordert.

Bei dem Studium so zarter Reliefverhältnisse, wie sie die Embryonalanlagen in den ersten Stadien darbieten, muss man die Beleuchtung öfters ändern, indem man das Präparat dreht, da nicht alle Einzelheiten bei derselben Beleuchtung hervortreten. Tageslicht und Sonnenbeleuchtung habe ich für diese Lupenuntersuchung zweckmässiger als das zu grelle künstliche (Auer-) Licht gefunden.

Die Objektträger werden jedesmal vor dem Gebrauche sorgfältig mit dünnem Alkohol gereinigt und in bekannter Weise mit Mayerscher Eiweissglycerinlösung*) unter Zuhilfenahme des Fingers in dünnster Schicht bestrichen. Auf diesen dünnen Untergrund bringt man sodann einige Tropfen destilliertes Wasser und legt Schnitt für Schnitt der Reihe nach darauf, sodass die Schnitte auf dem Wasser schwimmen. Dabei liegt der Objektträger über einem mit den Umrissen des Deckgläschens versehenen Papier, damit man nicht Gefahr läuft, das Format des Deckgläschens zu überschreiten. Bei dem Auflegen der Schnitte wird je nach Bedarf mit einem Glasstabe Wasser nachgefüllt. Ist die Serie fertig, so wird der Objektträger über einer kleinen Spiritusflamme sehr vorsichtig erwärmt, bis die Schnitte sich gestreckt haben. Die Ordnung der Schnitte ist vor der Erwärmung zu vollenden, da nach derselben die Schnitte meist untereinander verkleben und mehr oder weniger zusammenhängen. Vor einer zu starken Erwärmung bis zum Schmelzen des Paraffins hat man sich sehr in acht zu nehmen, da hierdurch, wie bekannt, die Schnitte zerstört werden. Schliesslich saugt man den Überschuss des Wassers mit Filtrierpapier ab und lässt die Objektträger im Trockenofen mehrere Tage bei höchstens 30—35° C. trocknen.

Die so beschickten Objektträger können einer jeden Behandlung unterzogen werden, ohne dass sich ein einziger Schnitt oder auch nur ein Teil eines solchen ablöst, vorausgesetzt, dass sich unter einem Schnitt nicht etwa eine Luftblase festgesetzt hatte, was zu vermeiden ist. Das gilt nicht allein für mit Sublimat und Alkohol behandeltes Material, sondern auch für alle Embryonen, welche mit Chromsäure oder chromsauren Salzen (auch Zenkersche Fl.) fixiert sind. Hierin besteht ein wesentlicher Vorteil gegenüber der Aufklebemethode mit destilliertem Wasser allein, bei welcher mit Chromsäure oder chromsauren Salzen behandelte Präparate bekanntlich nicht benutzt werden können.

Nur zwei Vorsichtsmassregeln hat man genau innezuhalten, um sich vor Misserfolgen zu schützen. Erstens muss der Eiweissuntergrund möglichst dünn ausgestrichen sein. Zweitens müssen die mit der gestreckten Serie beschickten Objektträger im Wärmekasten genügend lange austrocknen.

Zur Färbung benutzte ich vorwiegend alkoholisches Boraxkarmin mit Nachbehandlung mittelst Salzsäure-Alkohol. Bei isolierten Embryonen wandte ich meist Stückfärbung an. Die in toto gefärbten Embryonen wurden vor der Einbettung noch jedesmal mit der Lupe untersucht. Bei den jüngeren Stadien und grösseren, dotterhaltigen, schwer durchfärbbaren Stücken schnitt ich das Material ungefärbt und färbte sodann die aufgeklebten Serien. Boraxkarminfärbung erwies sich auch hierbei als sehr vorteilhaft. Empfehlenswert ist auch die Tinktion der aufgeklebten Serien mit ganz dünnen Lösungen von Hämatoxylin während längerer Zeit (bis 24 Stunden).

Die Lupenuntersuchung wurde mit den Leitzschen Präparierlupen bei seitlich auffallendem, gutem Tageslicht an in Alkohol liegenden Präparaten vorgenommen. Alle plastischen Abbildungen sind in dieser Weise unter der Lupe hergestellt.

Die Fig. 76 und 77 der Taf. III, Fig. 86—89 und 97—104 der Taf. IV, Fig. 130—134 und 144—146 der Taf. VI sowie sämtliche Figuren der Taf. VII—X sind von Herrn Ew. H. Rübsaamen gezeichnet worden, alle übrigen von mir. Bei der ersten Anlage einiger Figuren der Taf. III und VI haben die Herren cand. med. Reukauff und cand. med. Brunk in dankenswerter Weise mitgeholfen.

---

*) Siehe A. B. Lee und Paul Mayer, Grundzüge der mikroskopischen Technik, II. Aufl., 1901.

Zur Reproduktion der Serienschnitte in Textfiguren hatte ich anfangs Autotypie in Aussicht genommen und schon eine grössere Anzahl von Abbildungen für dieses Verfahren hergestellt. Mit Rücksicht auf die Druckkosten dieses Werkes entschloss ich mich indessen, die Textfiguren für Zinkätzung umzuzeichnen: hat sich dies Verfahren doch auch in meiner Abhandlung über die Entwickelung der Ringelnatter als ausreichend erwiesen.

Ein Teil der Serienschnitte ist in den Textfiguren bei einer etwa 120fachen Vergrösserung reproduziert worden, ein anderer Teil wurde um $^1/_4$ verkleinert, also in etwa 90facher Vergrösserung wiedergegeben: die letzteren Textfiguren sind durch die Bezeichnung: ($^1/_4$ kl.) kenntlich gemacht.

V. Die Furchung.

1. Vorbemerkungen über die Befruchtungserscheinungen am Schlangenei kurz vor dem Auftreten der ersten Furche.

Ursprünglich war es meine Absicht, auch die Reifungs- und Befruchtungserscheinungen am Kreuzotterei in dieser Monographie abzuhandeln. Als ich aber das zu diesem Zwecke gesammelte Eimaterial in Angriff nahm, stiess ich bald auf Schwierigkeiten. Es stellte sich heraus, dass ein sehr grosses Material verarbeitet werden muss, um einen vollständigen Überblick über die Befruchtungserscheinungen zu erhalten. Vor allem nahm die Durchsicht der langen, durch die grossen Keimscheiben gelegten Serien so viel Zeit in Anspruch, dass, wenn ich hier gründlich und erschöpfend sein wollte, ich mit meiner Arbeit über die ersten Anfänge in absehbarer Zeit nicht hinausgekommen, und der Abschluss des ersten Teiles meiner Monographie weit hinausgerückt worden wäre. Das durfte ich aber nicht mit Rücksicht auf das wertvolle Material, dem ein jahrelanges Liegen in Alkohol nicht vorteilhaft sein konnte. Auch hätte ich zur Erläuterung meiner Befunde eine grössere Anzahl von feineren, bei stärkerer Vergrösserung gezeichneten Abbildungen nötig gehabt, sodass auch die geplante Anzahl der lithographischen Tafeln hätte überschritten werden müssen.

Ich entschloss mich daher, das genannte Thema vorläufig zurückzustellen und die Entwickelung der Kreuzotter von dem Zeitpunkte des Auftretens der ersten sichtbaren Furche an abzuhandeln; wird hierdurch doch auch ein gewisser natürlicher Ausgangspunkt gegeben. Meine Untersuchungen über die Befruchtungserscheinungen werde ich später an anderer Stelle veröffentlichen.

Zum Verständnis meiner Befunde an der sich furchenden Keimscheibe ist es geboten, die folgenden Angaben vorauszuschicken.

Die Befruchtungserscheinungen am Reptilienei sind noch wenig untersucht worden.

Bekanntlich hat Oppel*) hierüber zuerst Mitteilungen gemacht und eine physiologische Polyspermie bei den Reptilien festgestellt. Oppel untersuchte 21 Keimscheiben von Anguis fragilis und 12 von der Ringelnatter. Die Eier der Blindschleiche befanden sich nach den Deutungen, welche der Autor seinen Befunden gegeben hat, meist im Stadium der Conjugation des männlichen und weiblichen Vorkernes. In einem Ei war schon die Teilung des ersten Furchungskernes eingetreten, bei einem andern bestanden

*) Oppel, Die Befruchtung des Reptilieneies. Anatomischer Anzeiger, VI. Jahrg., 1891. Derselbe, Die Befruchtung des Reptilieneies. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 39, 1892.

bereits zwei Furchungskerne. Die Keimscheiben der Ringelnatter waren schon weiter entwickelt und enthielten meist zwei Furchungskerne, liessen aber, wie auch die entsprechenden der Blindschleiche, weder auf der Oberfläche, noch im Schnitt, irgend eine Andeutung der Furchenbildung erkennen. In allen diesen Keimscheiben wurden nun ausser dem weiblichen und männlichen Vorkern, resp. den beiden Furchungskernen, noch weitere Kerne angetroffen, welche Oppel als „Nebenspermakerne"*) von eingedrungenen und umgewandelten Spermienköpfen ableitet. Diese glichen meist in ihrem Aussehen den von Oppel als „Hauptspermakerne" bezeichneten Vorkernen, bisweilen waren sie auch abweichend und unregelmässig gestaltet, dem Aussehen der Spermienköpfe sich nähernd. Auch wurden mitotische Teilungen an ihnen beobachtet. Bei Anguis fand Oppel 1 bis 5, im Durchschnitt 3 Nebenspermiumkerne, bei der Ringelnatter aber sehr viel mehr, 9 bis 37 und zwar meist über 10, einmal über 20, und zweimal über 30. Wie Oppel entdeckte, liegen diese Kerne meist unterhalb oder doch in der Nähe von kleinen, dellenartigen Eindrücken und Grübchen, die an der Oberfläche der Keimscheibe schon bei schwacher Lupenvergrösserung deutlich zu erkennen sind und es ermöglichen, die befruchteten Keimscheiben von den nicht befruchteten zu unterscheiden. Allerdings werden diese Einsenkungen auch oft über den Nebenspermiumkernen vermisst oder sind nur angedeutet.

In betreff des späteren Schicksals und der Bedeutung der Nebenspermiumkerne ist Oppel zu keinem bestimmten Ergebnis gekommen, hält es aber für wahrscheinlich, dass diese Kerne alsbald zu grunde gehen. Oppel untersuchte von späteren Furchungsstadien noch je eine Keimscheibe mit einer Furche (Lacerta viridis), ferner mit 16 und 20 Furchungskernen (Anguis). Hervorzuheben ist, dass die Nebenspermiumkerne bei Anguis hier weit zahlreicher waren (einmal 23 Stück in einer Keimscheibe). Die letzten Reste der Nebenspermiumkerne fand Oppel in einer Keimscheibe von Anguis mit weit vorgeschrittener Furchung (über 100 Furchungszellen im Flächenbild). Hier, wie auch schon in den vorigen Keimscheiben, machten die Nebenspermiumkerne den Eindruck von zu grunde gehenden Kernen oder karyolytischen Figuren.

Diese Studien hat Nicolas**) kürzlich an der Blindschleiche wieder aufgenommen und von diesem Tier 11 Keimscheiben untersucht, welche sich zufällig alle in dem Stadium der Konjugation des männlichen und weiblichen Vorkerns befanden. Dieser Forscher bestätigt das Vorhandensein der Dellen und Grübchen an der Oberfläche der Keimscheibe, fand aber an seinen Exemplaren im Gegensatz zu Oppel auf diesem frühen Stadium überall sehr zahlreiche, unregelmässig über die Scheibe ausgestreute Nebenspermiumkerne, im Durchschnitt über 20 in einer Scheibe, einmal 36 und einmal sogar 46 Stück. Die Form dieser Kerne war regelmässig, entweder rund oder elliptisch. Sie waren von einem meist mit Strahlung versehenen, protoplasmatischen Hofe umgeben, welcher sich unter dem Einfluss des Kernes bildete. Nicolas macht es wahrscheinlich, dass diese sehr zahlreichen Spermien zu gleicher Zeit oder ziemlich zu gleicher Zeit mit dem befruchtenden Spermium eindringen.

Sehr wichtig ist der Nachweis eines mit Eisenhämatoxylin sich intensiv färbenden Fadens neben

*) Ich ziehe es vor, Nebenspermium- oder Paraspermiumkerne zu sagen.

**) Nicolas, Recherches sur l'embryologie des Reptiles. I. Contribution à l'étude de la fécondation chez l'Orvet. Archives d'Anatomie microscopique, T. III, 1899—1900.

einem jeden Kern, den der Forscher für den Rest des als Hauptstück von mir*) beschriebenen Geisselabschnittes des Blindschleichen-Spermiums deutet: dadurch wäre sichergestellt, dass die Nebenspermiumkerne Derivate des Kopfes der eingedrungenen, überzähligen Spermien sind.

Kurz vor Oppel hatte Rückert**) auch an den dotterreichen meroblastischen Eiern der Selachier (Pristiurus, Torpedo) das Bestehen einer physiologischen Polyspermie erkannt. Die überzählig eingedrungenen Spermaköpfe machen dieselben Veränderungen durch, wie der männliche Vorkern, und gehen schliesslich in die „Merocytenkerne" (Rückert) (Dotterkerne, Periblastkerne) über. Die Kerne gleichen dem männlichen Vorkern so sehr, dass man den letzteren nur durch seine Lagebeziehung zum weiblichen Vorkern von ihnen unterscheiden kann. Auch ist man (bei Pristiurus) oft nicht imstande, echte Furchungskerne von benachbarten Merocytenkernen (in ihrem Ruhezustande) zu unterscheiden, woraus Rückert früher den unrichtigen Schluss auf eine gemeinsame Abstammung der beiderlei Kerne gezogen hatte. Nachträglich bemerkt der Autor***) sodann, dass, ähnlich wie bei den Reptilien, sich auch bei den Selachiern oberhalb der Nebenspermiumkerne grubenartige Einsenkungen an der Keimscheibenoberfläche befinden. Zum Unterschied von den Oppelschen Befunden bei Reptilien wird von Rückert schliesslich hervorgehoben, dass bei den Selachiern die Nebenspermiumkerne in der Keimscheibe in ziemlich gleichen Abständen liegen und sich in unmittelbarem Anschluss an das Erscheinen der ersten Furchungsspindel regelmässig mitotisch teilen; wenn die ersten Furchungskerne vorhanden sind, ist auch an sämtlichen Merocytenkernen der Keimscheibe die Teilung schon abgelaufen. Während bei Reptilien die Teilungsfiguren durchweg unregelmässig sind, trifft man bei den Selachiern ganz reguläre Mitosen, selbst noch in späterer Furchungszeit, wenn auch Unregelmässigkeiten hie und da zur Beobachtung kommen. Bei den Selachiern grenzen sich schliesslich zur Zeit, wann die ersten Furchen erscheinen, um einen Teil der oberflächlich gelegenen Merocytenkerne Furchungskugeln ab.

Bei Torpedo bedeutet das Stadium von 4 Furchungskernen einen Wendepunkt in der Geschichte seiner Merocytenkerne insofern, als jetzt diese Kerne ihre bisherige Stätte im Innern der Keimscheibe verlassen haben und sich nunmehr in dem umgebenden feinkörnigen Dotter in geringer Entfernung von der Keimscheibe vorfinden.

In einer ausführlichen, 1899 erschienenen, mit zahlreichen Abbildungen ausgestatteten Abhandlung über die erste Entwickelung des Eies der Elasmobranchier hat Rückert†) seine früher erhaltenen Resultate zusammengefasst, eingehend begründet und ergänzt. Auf S. 667 heisst es dort: „Bei den von mir näher untersuchten Selachiern (Torpedo und Pristiurus) existiert physiologische Polyspermie,

*) E. Ballowitz, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen. Teil III. Fische, Amphibien und Reptilien. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 36.

**) J. Rückert, Über die Befruchtung bei Elasmobranchiern. Verhandl. der anatom. Gesellschaft auf der 5. Versammlung in München, 18.—20. Mai 1891. Derselbe, Die Befruchtung des Selachiereies. Anatom. Anzeiger, VI. Jahrg., 1891, 11. Juni 1891, Nr. 11.

***) J. Rückert, Über physiologische Polyspermie bei meroblastischen Wirbeltieren. Anatomischer Anzeiger, VII. Jahrg., Nr. 11, 11. Mai 1892.

†) J. Rückert, Die erste Entwickelung des Eies der Elasmobranchier. Festschrift für Carl von Kupffer. Gustav Fischer in Jena, 1899.

und zwar gilt dies bei Torpedo nicht nur für die Keimscheibe, sondern sicher auch für den umgebenden feinen und groben Dotter, während es bei Pristiurus nicht nachgewiesen, aber doch wahrscheinlich gemacht ist, dass Spermaköpfe ausser in die Keimscheibe auch in den feinkörnigen Dotter eindringen. Die in die Keimscheibe und den umliegenden feinkörnigen Dotter gelangten Spermaköpfe wandeln sich in Kerne um und stellen die von allen bisherigen Untersuchern für die Furchungszeit (bis zum ersten Auftreten der Keimhöhle) beobachteten Dotter- oder Merocytenkerne dar, während die in den groben Dotter vorgedrungenen Spermaköpfe im wesentlichen einem baldigen Untergang anheimfallen." An dem zitierten Orte gibt Rückert auch eine ausführliche Besprechung der über Polyspermie bei Selachiern, Urodelen, Reptilien und Insekten bisher veröffentlichten Beobachtungen.

Im Gegensatz zu Oppel, Rückert und Nicolas hat Todaro*) bei Seps chalcidis, einem der Blindschleiche nahestehenden, aber mit Füssen versehenen viviparen Saurier, Polyspermie in Abrede gestellt, obwohl er in den ersten Furchungsstadien ausser den Furchungskernen auch noch andere „periblastische" Kerne in der Keimscheibe antraf, welche er aber vom ersten Furchungskern ableitet.

Meine Befunde bei der Kreuzotter stehen im allgemeinen mit den Resultaten von Oppel und Nicolas im Einklang und erinnern auch in mancher Beziehung an Rückerts Beobachtungen bei den Selachiern.

Da meine Untersuchungen über die Befruchtungserscheinungen am Schlangenei noch nicht abgeschlossen sind, will ich die Resultate, welche ich an befruchteten Keimscheiben der Kreuzotter vor dem Auftreten der ersten Furche bis jetzt erhalten habe, in folgendem hier nur kurz anführen.

1. An der Oberfläche der befruchteten Keimscheiben sind mit der Lupe deutliche kleine Grübchen und Einsenkungen in wechselnder Zahl und Lage zu erkennen, ihre Zahl ist nicht gross.

2. Neben den beiden Vorkernen sind stets Nebenspermiumkerne in wechselnder Zahl in jeder Keimscheibe vorhanden.

3. Die Nebenspermiumkerne liegen oft unter oder in der Nähe der Einsenkungen, stehen aber auch häufig ohne Beziehung zu solchen.

4. Die Form der Nebenspermiumkerne ist meist regelmässig, rundlich oder auch elliptisch. Sie besitzen eine deutliche Kernmembran, ein lockeres Chromatingerüst und meist ein grösseres, rundliches, intensiv gefärbtes Kernkörperchen.

5. Von der Oberfläche der Keimscheibe bis zum Nebenspermiumkern lässt sich gewöhnlich eine Strasse erkennen, welche von modifiziertem, von dem der Umgebung differentem Protoplasma gebildet wird; sie bezeichnet wohl unzweifelhaft den Weg, den das Spermium im Ei zurückgelegt hat. Liegt der Nebenspermiumkern unter einer Delle, so schliesst sich die Strasse an diese an.

6. Die Lage der Nebenspermiumkerne variiert, ist gewöhnlich aber noch nicht tief.

*) F. Todaro, Beobachtungen und Betrachtungen über die Furchung des Eies und die Bedeutung der Keimblätter bei Seps chalcidis. Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere von J. Moleschott. Bd. XV. 1895.

2. Form und Grösse der Eier und ihrer im Furchungsstadium befindlichen Keimscheiben.

Die Form der Eier im Stadium der Furchung variiert, ist im allgemeinen aber länglich. Vgl. Fig. 21—34 der Taf. I und Fig. 58—61 der Taf. II, welche Figuren Eier aus dem Eileiter der Kreuzotter in natürlicher Grösse darstellen. Meist ist sie oval, olivenförmig oder ellipsoid, nicht selten auch spindelförmig, bisweilen fand ich sie ziemlich in die Länge gestreckt. Seltener erscheinen die Eier mehr gedrungen, der Kugelform sich nähernd (Fig. 22, 30, 33, 58, 60). Die längliche Form bewahren die Eier, solange sie in den Ovidukten noch freibeweglich sind und in der ersten Zeit nach ihrer Fixierung im Uterus. Später, nachdem die Embryonalanlagen sich ausgebildet haben, etwa vom Gastrula-Stadium an oder auch schon früher, verändern sie etwas ihre Gestalt und werden mehr kugelig. Vgl. Fig. 78 bis 81 der Taf. III, Fig. 105—108 der Taf. IV, Fig. 122—125 der Taf. V, Fig. 147, 148 der Taf. VI, Fig. 170—172 der Taf. VII.

Auch die Grösse der Eier ist individuell verschieden. Ihre Länge schwankte zwischen 16 bis 36 mm, ihre grösste Breite zwischen 11—17 mm. Am häufigsten war eine Länge von 21—25 mm und eine grösste Breite von 12—14 mm. Die grössten Längen (29—36 mm) fanden sich vereint mit den geringsten Breiten (11—12 mm) an den sehr langgestreckten, spindelförmigen Eiern. Bemerkt sei, dass die Messungen an den mit Eisessig-Sublimat fixierten und längere Zeit in Alkohol aufbewahrten Eiern ausgeführt wurden.

Bei demselben Weibchen besassen alle Eier gewöhnlich ziemlich gleiche Grösse und gleiche Form.

Die Keimscheibe*) grenzt sich an den conservierten Eiern durch ihre weissliche oder auch gelblichweise Färbung an der Eioberfläche deutlich ab. Ihre Form ist entweder kreisrund oder länglich und dann meist ziemlich regelmässig elliptisch oder auch oval, sehr selten etwas unregelmässig. Wie bei den Reptilien überhaupt, ist die Grösse der Keimscheibe relativ und auch absolut beträchtlich. An den kreisrunden Formen beläuft sich ihr Durchmesser auf 4—5 mm, bei den länglichen kann der Längsdurchmesser 4—7 mm, der Querdurchmesser 3—5 mm betragen.

Die Lage der Keimscheibe ist an der Oberfläche des Eies gewöhnlich in dessen Mitte, sie kann aber auch dem einen oder anderen Eipol genähert sein, jedoch nur sehr selten so weit, dass sie dem einen Eipol fast aufsitzt. Die elliptischen Scheiben stehen meist mit ihrer Längsachse senkrecht zu dem Längsdurchmesser des Eies, sind auf letzterem also quer gestellt. Dann und wann trifft man auch wohl eine Keimscheibe, welche etwas schräg gerichtet ist. Fig. 23, 25, 28, 30 und 32. Nur selten habe ich gesehen, dass der Längsdurchmesser der Scheibe parallel der Längsachse des Eies verlief.

Die nächste Umgebung der Keimscheibe sieht an dem mit Eisessigsublimat fixierten und konservierten Ei fast immer etwas anders aus als die übrige Eioberfläche, verhält sich indessen an den einzelnen Eiern sehr verschieden. (Taf. I und II.) Gewöhnlich wird die Scheibe umgeben von einem schmalen dunkleren Saume, auf welchen nach aussen eine helle, verwaschene Zone als breiter Ring folgt. Die

*) Nur einmal habe ich auf einem Ei zwei Keimscheiben angetroffen, welche einander benachbart und auf dem länglich ovalen Ei dem spitzen Eipol genähert waren. Die eine war kreisrund mit einem Durchmesser von 5 mm, die andere besass eine elliptische Form und war 6 mm lang und 4 mm breit. Der Zwischenraum zwischen beiden betrug etwas über 5 mm.

äussere Begrenzung des Ringes ist meist verschwommen und geht allmählich in die Nachbarschaft über. Auch variiert die Breite des Ringes sehr, wie am besten ein Blick auf die Abbildungen der Taf. I und II zeigt. Nur selten fehlt der weisse Ring ganz. Fig. 10, 11, 18. Auch der dunkle Saum wird bisweilen sehr breit. Vgl. Fig. 10, 12, 13, 16 und eine Anzahl der Figuren der Taf. II. Häufig findet sich noch ein zweiter dunkler Randstreif in Form eines schmalen, verwaschenen Saumes, welcher die helle Zone aussen begrenzt. Vgl. z. B. Fig. 3, 4, 5, 9, 50. In einigen Fällen sah ich innerhalb der hellen Zone auch noch eine dritte konzentrische, dunklere Linie, welche aber unvollständig blieb. Fig 17 der Taf. I, Fig. 38 der Taf. II. Diese Differenzen der Umgebung der Keimscheibe treten besonders an mit Boraxkarmin tingierten und dann mässig entfärbten Präparaten (siehe oben) hervor, sind aber auch an den ungefärbten Eiern schon mit blossem Auge gut zu unterscheiden. Vgl. Fig. 21—34 der Taf. I und Fig. 58—61 der Taf. II. Untersucht man ein mit Eisessigsublimat fixiertes Ei mit blossem Auge (vgl. z. B. Fig. 34), so fällt zuerst die weissliche Keimscheibe auf, die von der dunklen und hellen Zone umgeben und dadurch von der Nachbarschaft noch deutlicher abgegrenzt wird. Ist die Furchung weiter vorgeschritten, so nimmt man schon mit blossem Auge in der Mitte der Keimscheibe eine dunklere, verwaschene Stelle wahr, das Furchenfeld, welches um so deutlicher und grösser wird, je weiter die Furchung sich ausdehnt. Vgl. Fig. 24—28, Fig. 34, Fig. 58—61.

Ist die Furchung sehr weit vorgeschritten, so werden die Ringzonen undeutlich, da die Furchung auch auf sie und den groben Dotter übergreift. Fig. 53—57.

Anfangs, zur Zeit der Befruchtung des Eies und in den allerersten Stadien der Furchung, liegen die Eier noch lose in dem Eileiter, sodass man sie leicht im Eileiter hin und her verschieben kann. Sehr bald findet aber innerhalb gewisser, regelmässiger Abstände im zum Uterus werdenden Eileiterabschnitt eine Fixierung der Eier statt, gewöhnlich während die ersten Furchungen sich abspielen. Von der Eileiterwand wird dabei eine dünne, häutchenartige, mit Fasern versehene Eischale abgesondert, welche an den beiden Eipolen zu je einem feinen, fadenartigen Anhang von verschiedener Länge ausgezogen ist. Die beiden Polfäden habe ich schon an Eiern im ersten Furchungsstadium angetroffen. Vgl. Fig. 2a, 3a und 6a der Taf. I. Die Eileiterstellen zwischen den durch die Eier aufgetriebenen Abschnitten sind dünn. Dadurch erhält der schwangere, zum Uterus gewordene Eileiter das bekannte perlschnur- oder rosenkranzartige Aussehen.

---

3. Innere Zusammensetzung der Eier im Furchungsstadium.

Das Kreuzotterei setzt sich zusammen aus dem Dotter und der Keimscheibe; beide werden umschlossen von einem sehr zarten Oolemm, welchem die sehr dünne, feinfaserige Schalenhaut dicht anliegt. Eiweiss fehlt vollkommen.

Der Dotter ist in frischem Zustande von hellgelblicher Farbe. Wie Durchschnitte durch das gehärtete Ei bei makroskopischer Untersuchung lehren, ist ausser dem gelben auch noch weisser Dotter vorhanden, welch letzterer von ersterem umschlossen wird.

Der gelbe Dotter überwiegt bei weitem an Masse. An mit Eisessig-Sublimat fixierten, in Alkohol von allmählich ansteigender Konzentration längere Zeit konservierten Präparaten nimmt er eine

bräunlichgelbe Farbe an und ist locker und bröckelig; mit Nadeln und Pinsel lässt er sich daher gewöhnlich leicht abpräparieren. Auf Durchschnitten ist in seinem peripherischen Abschnitt makroskopisch eine konzentrische Schichtung hier und da nachweisbar, doch wird sie meist nicht recht deutlich.

Der weisse Dotter ist nach seiner Ausbildung, Form und Verteilung im Ei sehr grossen Schwankungen unterworfen. Auf Durchschnitten durch gehärtete Eier unterscheidet er sich makroskopisch durch seine weisse Farbe von dem ihn umgebenden gelben Dotter. Ferner ist er in den gehärteten Präparaten sehr fest und kohärent, sodass es schwer hält, ihn mit Nadeln zu zerkleinern; meist gelingt es nur mit feinen Pinzetten, grössere Stücke davon loszubrechen. Infolge dessen kann man ihn auch nicht unschwer aus dem bröckeligen gelben Dotter herauspräparieren, wobei man einen sehr unregelmässigen, variablen Körper erhält. Fast immer befindet sich eine Lage weissen Dotters von der Form einer gebogenen Platte und von sehr verschiedener Grösse dicht unter der Keimscheibe, vgl. auf Taf. VIII Fig. 175. Bei der makroskopischen Präparation macht es den Eindruck, als ob der weisse Dotter mit der Keimscheibe direkt zusammenhinge. Dass dem nicht oder doch nur sehr selten so ist, wird die mikroskopische Untersuchung zeigen. Von der Platte gehen dann gewöhnlich unregelmässige, sehr variable Fortsätze in das Innere des Eies. Auch schieben sich über den Bereich der Keimscheibe fort gegen die Eipole hin von der Dotterplatte oft Fortsätze von verschiedener Grösse, gegen den einen Eipol gewöhnlich mehr als gegen den anderen. Es kommt aber auch vor, dass sich die Hauptmasse des weissen Dotters weit ab von der Keimscheibe befindet an der entgegengesetzten Eifläche. Einigemal sah ich auch eine mehr konzentrische Verteilung. Jedenfalls scheint das eigentliche Eizentrum vom weissen Dotter meist frei zu sein.

Die Keimscheibe stellt eine dünne, scheibenartige, an der Oberfläche des Eies nicht oder nur wenig hervorragende Platte dar, welche an ihrem Rande etwas dünner ist als in ihrer Mitte. Sie geht überall dort, wo sie dem Dotter anliegt, direkt in diesen über.

Die mikroskopische Untersuchung der Eibestandteile mit stärkeren Vergrösserungen ergibt folgendes.

Der gelbe Dotter setzt sich aus Dottertröpfchen und einem protoplasmatischen Gerüstwerk zusammen. Die massenhaften, kugeligen, oft gegenseitig abgeplatteten Dottertröpfchen sind von sehr verschiedener Grösse; die grösseren haben einen Durchmesser von 0,01—0,02 mm, die grössten von 0,024 mm und etwas darüber. Die grösseren Tröpfchen herrschen vor, vgl. Fig. 173—175 auf Taf. VIII. Bisweilen ist in den Schnittpräparaten, unzweifelhaft infolge der Behandlung, der fettige Inhalt einer grösseren Anzahl von Dottertröpfchen zusammengeflossen, besonders gegen das Innere des Eies hin. Der Inhalt der Dottertröpfchen ist stark lichtbrechend und gewöhnlich homogen; er färbt sich dann mit Karmin gleichmässig rot. Es kommt aber auch sehr oft an bestimmten Stellen vor, dass in den Dottertröpfchen kleinere oder grössere kugelartige Einlagerungen mehr oder weniger zahlreich, oft in grosser Zahl, auftreten, die sich hier in einem schwächer lichtbrechenden Medium befinden. Nicht selten ist dann der ganze Tröpfcheninhalt in zahlreiche kleine, dicht gedrängt nebeneinander liegende Kügelchen zerfallen. Derartige Dottertröpfchen färben sich mit Karmin weniger gut. Das ist vor allem der Fall an der Grenze der sich furchenden Keimscheibe gegen den grobkörnigen Dotter hin, dort, wo unzweifelhaft Assimilationsvorgänge der als Nährmaterial dienenden Dottersubstanz vor sich gehen. Hier werden innerhalb der Dottertröpfchen in den Balsampräparaten auch nicht selten stark lichtbrechende, an Kristalle erinnernde Einschlüsse gefunden. Auch im Grenzgebiet des weissen Dotters kommt die Erscheinung zur Beobachtung.

Alle Dottertröpfchen ruhen in einem zarten, mit feinsten Körnchen durchsetzten, protoplasmatischen Gerüstwerk, dessen Lücken sie ausfüllen. Dieses auf dünnen Schnitten netzförmig erscheinende Gerüstwerk ist leicht an solchen Stellen zu sehen, an welchen die Dottertröpfchen herausgefallen oder spärlicher geworden sind. An der ganzen Eioberfläche (bis auf die Keimscheibe und ihre nächste Umgebung, welche besonders besprochen werden müssen) verdichtet sich das Dotterprotoplasma unmittelbar unter dem Oolemm zu einer dünnen, oberflächlichen Schicht, welche frei von gröberen Dotterkörnchen ist und Dottereinschlüsse überhaupt nur in geringer Zahl beherbergt. Die Oberflächenschicht hängt überall kontinuierlich mit dem Protoplasma des Eiinnern zusammen. Im Bereiche des gelben Dotters reichen die grossen, groben Dotterkörner bis unmittelbar an das Oberflächenprotoplasma heran. Diese peripherische Protoplasmalage lässt sich schon makroskopisch nachweisen, da sie sich bei der Präparation als weissliche, dünne Haut leicht von der grobkörnigen Dottermasse ablöst.

Auch der weisse Dotter wird von Dottertröpfchen und einer sie einschliessenden Protoplasmamasse gebildet. Zum Unterschiede von dem gelben Dotter sind in ihm aber die kugeligen Dottertröpfchen weit kleiner und von mehr gleichmässiger Grösse. In den Schnitten unterscheidet sich daher der weisse Dotter sofort und sehr auffällig durch sein gleichmässiges, feinkörniges Aussehen. Dort, wo weisser und gelber Dotter zusammenstossen, ist der Übergang meist ziemlich unvermittelt, da er nur durch wenige, mittelgrosse Dottertröpfchen an der Grenze gegeben wird. Hier findet man oft besonders auffällige, grosse, isoliert liegende Dottertröpfchen, öfters auch mit einem Inhalt von kleinen, rundlichen Tröpfchen versehen, welche meist im Grenzgebiet des weissen Dotters liegen.

Im Innern des weissen Dotters treten in den Schnitten hie und da kleine, helle Stellen in die Erscheinung, welche unregelmässig verteilt sind und bisweilen ein mehr lockeres Gefüge haben.

Die protoplasmatische Substanz der Keimscheibe (vgl. Fig. 173 der Taf. VIII) sieht in den Schnitten ziemlich gleichmässig aus und zeigt eine dichte Einlagerung von feinsten, ziemlich gleichgrossen Körnchen, die wohl aus Dotter oder Dotterderivaten bestehen.

An der freien Oberfläche der Keimscheibe verdichtet sich ihr Protoplasma zu einer sehr dünnen, auf dem Durchschnitt linienartig erscheinenden Rindenzone, welche körnchenfrei oder doch sehr körnchenarm ist und sich mit Karmin in gut tingierten Präparaten merklich dunkler färbt. Diese Zone verliert sich jenseits der Peripherie der Keimscheibe in dem Oberflächenprotoplasma des Dotters. Im Bereiche der Keimscheibe besitzt die Rindenzone nur selten unregelmässige, kleine Verdickungen, häufiger dagegen ausserhalb der Keimscheibe in ihrer unmittelbaren Nähe. Den Übergang der Substanz der Keimscheibe in den gelben Dotter vermittelt eine Übergangsschicht, welche aber sehr verschieden ausgebildet ist; während sie bei manchen Eiern breit ist und sehr deutlich in die Erscheinung tritt, wird sie bei andern nur schmal und ist kaum zu erkennen, letzteres ist z. B. in Fig. 173 der Fall. Der Übergang wird in ihr dadurch vermittelt, dass die Dotterkörnchen, je weiter gegen den Dotter hin, um so gröber und grösser werden. Dass die Dottertröpfchen hier oft in kleine Kügelchen zerfallen sind, wurde oben schon geschildert. Indessen ist die Schicht weder gegen den Dotter, noch gegen die Keimscheibe hin irgendwie abgegrenzt, es besteht überall ein allmählicher Übergang, ihre Unterscheidung ist daher im Grunde nur künstlich zu machen.

In dieser Grenzschicht findet man häufig zahlreiche kleine Vakuolen, die auch in der Substanz der Keimscheibe und im groben Dotter auftreten können, sehr wahrscheinlich nur als Folge der Behandlung.

An der Peripherie der sich gegen ihren Rand hin verjüngenden Keimscheibe tritt ringsherum die Übergangsschicht unter die Eioberfläche, sodass auch an der Oberfläche des Eies eine Übergangszone von variabler Breite zwischen der feinkörnigen Keimscheibe und dem grobkörnigen Dotter vorliegt. Bisweilen schiebt sich dabei in geringer Entfernung von der Eioberfläche noch eine dünne Lage der feinkörnigen Keimscheibensubstanz in den groben Dotter vor. Dazu kommt dann die oben schon erwähnte Verdickung der protoplasmatischen Rindenzone in der Nähe der Peripherie der Keimscheibe. Alle diese Faktoren verursachen die oben geschilderten Ringe, welche die Keimscheibe im Flächenbilde umgeben, und bedingen zugleich ihr variables Aussehen.

Einen direkten, unmittelbaren Zusammenhang der Keimscheibensubstanz mit dem oft darunter gelegenen weissen Dotter habe ich in den Präparaten nur einige wenige Male gesehen. Fast immer fand sich noch eine, wenn auch bisweilen nur dünne Lage grobkörnigen, gelben Dotters dazwischen. Nur hier und da war ein Übergang dadurch eingeleitet, dass sich in der trennenden Schicht des gelben Dotters körnerarme, etwas gelockerte Stellen vorfanden, welche gewissermassen den Zusammenhang vermittelten. Auch in Schnitten tritt die grosse Variabilität in Menge und Anordnung des weissen Dotters hervor. Bei weiter vorschreitender Furchung kann auch der weisse, feinkörnige Dotter zerklüftet werden.

Das geschilderte Aussehen der Keimscheibe erhält sich noch in den ersten Furchungsstadien und wird erst durch die Zerklüftungen im Verlaufe des weiter vorschreitenden Furchungsprozesses verändert.

Über die in der Keimscheibe befindlichen Kerne siehe den über die Furchung im Schnittbilde handelnden Abschnitt 5.

4. Die Furchung im Flächenbild.

Die Furchungsbilder der Kreuzotter sind ausserordentlich verschieden. Man kann wohl sagen, dass auch bei einem sehr grossen Material wohl kaum zwei Stücke gefunden werden, welche sich in allen Einzelheiten vollkommen gleichen. Die Fig. 1—20 der Taf. I und 35—57 der Taf. II illustrieren diesen Befund und führen eine Anzahl charakteristischer Oberflächenbilder vor, welche die Furchung vom Auftreten der ersten Furche bis zum Beginn des Blastulastadiums verfolgen lassen. Alle diese Figuren wurden unter der Lupe in sechsfacher Vergrösserung nach in Alkohol liegenden Präparaten gezeichnet.

An den mit Eisessig-Sublimatlösung fixierten, in Alkohol gehärteten Eiern sieht man schon ohne Färbung bei Lupenuntersuchung die Furchen recht deutlich. Mancherlei Einzelheiten treten aber erst gut wahrnehmbar hervor, wenn man die Keimscheiben färbt und dann im Flächenbilde studiert. Ich verfuhr dabei folgendermassen.

Die Keimscheiben wurden aus den gehärteten Eiern in Form viereckiger Stücke in der Weise herausgeschnitten, das sie ringsherum noch von einer breiten Zone des groben Dotters umgeben waren, und kamen nach Jodbehandlung auf 1—2 Tage in alkoholische Boraxkarminlösung. Bei der darauffolgenden Entfärbung mit Salzsäurealkohol muss man nun vorsichtig sein und damit aufhören, sobald die Furchen mit ihrer Umgebung und die Vorstufen der Furchen auf dem blass gewordenen Untergrunde der Keimscheibe deutlich hervortreten. Entfärbt man zu lange, so verschwinden manche der zu schildernden Einzelheiten wieder. Dasselbe tritt ein, wenn die Präparate nach der Entfärbung zu lange in Alkohol

liegen bleiben. Es empfiehlt sich daher, die Furchungsstadien möglichst bald nach der Behandlung mit Salzsäurealkohol unter der Lupe in Alkohol zu untersuchen. Die Flächenbilder der beiden ersten Tafeln sind nach solchen Präparaten von mir gezeichnet. Mit Chromsäure-Salpetersäure habe ich nur eine Anzahl späterer Furchungen konserviert und diese ohne weitere Färbung untersucht.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass die Fixierung und Konservierung der Furchungen am ganzen Ei, besonders in den ersten und mittleren Stadien, oft auf Schwierigkeiten stossen. Durch die Zerklüftung der Keimscheibe infolge der Furchung wird in ihrem Zentrum eine weniger resistente Stelle am Ei gegeben, welche leicht einreisst und durch welche der Dotter aus dem Inneren des Eies nach aussen vordringen kann. Wenn man die Furchungen am ganzen Ei konservieren will, so ist man daher oft gezwungen, in einiger Entfernung von der Keimscheibe Entspannungsschnitte anzubringen, sobald die Furchen anfangen, zu sehr zu klaffen. Trotzdem lässt es sich oft nicht ganz vermeiden, dass eine oder mehrere Furchen hier und da rissartig auseinandergehen. In den Abbildungen habe ich diese durch Einriss unnatürlich verbreiterten Furchen so wiedergegeben, wie sie im Präparat erschienen. So sieht man z. B. in Fig. 36 einen kurzen, queren Einriss in Fig. 39 einen grösseren verzweigten und in den Fig. 13 und 45 zwei resp. drei davon.

Wie bei allen Sauropsiden, so ist natürlich auch bei der Kreuzotter die Furchung eine partielle discoidale und zwar in der Art, dass das Furchensystem in den frühen Stadien auf den zentralen Teil der Keimscheibe beschränkt ist und von hier aus erst allmählich gegen den Rand der Scheibe hin und darüber hinaus fortschreitet.

A. Die ersten Furchungsstadien vor dem Auftreten der Breitenfurchen.

Die ersten Furchungsstadien sind bei der Kreuzotter schwer zu erhalten, wie bekanntlich auch bei anderen Reptilien, und gelangt man nur selten in ihren Besitz. Unter ca. 300 von mir gesammelten Kreuzottereiern in Furchung war ich so glücklich, eine Anzahl ganz früher Stadien zu finden. In Fig. 1 bis 7 und Fig. 13 auf Taf. I habe ich sie abgebildet. Ausserdem hat mir noch eine Keimscheibe der gleichen Entwicklungsstufe vorgelegen, welche der Fig. 1 sehr ähnlich, aber nicht elliptisch, sondern kreisrund war.

Die Fig. 1, 4, 5 und 6 stellen Oberflächenbilder dar, welche unzweifelhaft Stadien in der Phase der ersten Furchenbildung repräsentieren: wenigstens ist hier nur erst eine typische Furche sichtbar und bestimmt und vollkommen ausgebildet.

Diese Furche erster Ordnung liegt in der Mitte der Keimscheibe oder doch in ihrer Nähe: jedenfalls besteht, wie ich betone, keine auffällig exzentrische Lage. Sie muss daher als eine Meridionalfurche*) aufgefasst werden. In Fig. 1 und 6 verläuft sie ziemlich gerade, in Fig 4 und 5 dagegen

*) Die Bezeichung Meridionalfurche reserviere ich für die Hauptfurchen (Furchen 1. und 2. Ordnung), deren Schnittpunkt im Mittelpunkte oder doch ziemlich im Mittelpunkte der Keimscheibe liegt. Ist der Schnittpunkt der Hauptfurchen wesentlich exzentrisch in der Keimscheibe gelegen, so bezeichne ich sie als Längenfurchen. Mit einer der beiden ersten Furchen sich schneidende Hauptfurchen, welche nicht durch den Mittelpunkt

etwas gegen die Mitte der Keimscheibe hin eingeknickt, eine Knickung, die in Fig. 3 noch auffälliger wird. Die Untersuchung der Schnittserien (vgl. den folgenden Abschnitt 5) wird uns eine Bestätigung dieser Deutung bringen. Vgl. z. B. Textfig. 3, welche eine Rekonstruktion der Fig. 1 der Taf. I nach den Serienschnitten darstellt. Zugleich sei hier schon im voraus bemerkt, dass alle beschriebenen Flächenbilder durch das Studium der Serienschnitte kontroliert wurden.

Nach Anwendung des obigen Färbeverfahrens treten nun ausser der Furche in diesen Keimscheiben noch eigentümliche dunkle Flecken hervor, die intensiver als der Untergrund gefärbt sind, in den letzteren aber ohne Grenze übergehen; dadurch erhalten sie etwas Unbestimmtes, Verwaschenes. Ihre Zahl ist bisweilen nicht unbeträchtlich und schwankte in diesen Stadien zwischen 3 und 11. Auch Grösse und Form der Flecken variieren. Meist sind sie länglich oder oval, häufig aber auch kreisrund. Der Mitte der Keimscheibe liegen sie gewöhnlich näher als dem Rande. Sehr zu beachten ist, dass die länglichen Flecke mit wenigen Ausnahmen radiär zum Zentrum der Keimscheibe gestellt sind.

Im Bereich der Flecken liegt häufig eine kleine Vertiefung. So waren z. B. in Fig. 1 alle zirkulär um die Mitte der Keimscheibe angeordneten dunklen Stellen vertieft, sodass sie kleine Grübchen bildeten. Diese Grübchen sind natürlich auch schon an dem ungefärbten Präparate nachweisbar, aber nicht so deutlich und leicht auffindbar.

In den länglichen, radiär gestellten, seltener in den kreisrunden Flecken gewahrt man bei stärkerer Lupenvergrösserung oft einen zarten, helleren, gleichfalls radiär gestellten Strich. Vgl. Fig. 7 oben; in den anderen Figuren wurde diese Einzelheit nicht mitgezeichnet.

Noch auffälliger wird an Stelle des hellen Striches ein wirklicher, sehr schmaler, kleiner Spalt von verschiedener Länge. Vgl. Fig. 1, 5, 6 und 4; in letzterer Figur sind die Spalten sehr lang. Nicht selten schliesst sich ein solcher Spalt direkt an das peripherische Ende eines hellen Striches an. Vgl. Fig. 7 oben. Diese Spalten sehen zum Teil aus wie wirkliche, im Entstehen begriffene oder unvollkommen gebliebene Furchungsspalten. Es lässt sich jedoch schon bei Lupenvergrösserung feststellen, dass sie nicht mit der ersten Hauptfurche in Verbindung stehen, wie auch die Untersuchung der Serien bestätigt. Nur die grösseren dunklen Flecken konfluieren bisweilen mit der Hauptfurche. Ich will diese furchenartigen Spalten als „Nebenfurchen“ oder „Paraspermiumfurchen“ bezeichnen. Auf die Bedeutung dieser Flecken und Spalten werde ich bei Besprechung der Schnittbilder eingehen. Wir werden sehen, dass sie wohl ausschliesslich durch Paraspermien verursacht worden sind.

In den Fig. 2 und 3 ist die Ausbildung einer zweiten Hauptfurche perfekt geworden, beide Furchungsbilder sehen aber verschieden aus.

In Fig. 2 verbindet sich mit der Mitte der einen Hauptfurche unter einem spitzen Winkel eine

---

der Keimscheibe und auch nicht durch den Schnittpunkt der ersten beiden Hauptfurchen gehen, mithin auch keinen radiären Verlauf in der Keimscheibe haben, nenne ich Kalottenfurchen (Furchen 3. Ordnung), weil sie geradlinig gedacht in ihrer Verlängerung ein Kugelsegment (Kalotte) von dem Ei abgrenzen würden. Für die zirkulär oder annähernd zirkulär um den Mittelpunkt der Keimscheibe resp. den Schnittpunkt der ersten beiden Hauptfurchen ziehenden Furchen wähle ich mit Grönroos die Bezeichnung Breiten- oder Latitudinalfurchen. Die Tangentialfurchen endlich furchen die Blastomeren im Innern der Keimscheibe parallel oder annährend parallel der Oberfläche des Eies ab.

zweite, nach rechts hinziehende, welche aber noch unvollkommen geblieben ist und nicht nach der anderen (linken) Seite hin durchschneidet. Da sie durch die Mitte der Keimscheibe geht, ist auch sie eine Meridionalfurche und zwar 2. Ordnung. Vgl. damit die Rekonstruktion dieser Keimscheibe in Textfig. 4. Ausserdem kamen in der Nähe der Furchen noch zwei kleine, furchenartige Spalten (Paraspermiumfurchen) zur Beobachtung. Flecken dagegen wurden in dieser stark entfärbten Keimscheibe vermisst, die auch ausser den beiden Spalten keine Grübchen aufwies.

Ein anderes Bild zeigt Fig. 3. Eine gegen die Mitte der Keimscheibe winklig eingebogene Meridionalfurche, wohl 1. Ordnung, ist sehr deutlich. Gegen ihr unteres Ende zieht eine zweite, zentralwärts etwas gebogene Furche, ohne dieses Ende ganz zu erreichen. Diese Furche liegt in grösserer Entfernung von der Scheibenmitte, ist mithin keine Meridionalfurche 2. Ordnung und mit der zweiten Furche der vorigen Figur nicht identisch. Vielmehr fasse ich sie als eine vor dem Erscheinen der zweiten Meridionalfurchen vorzeitig aufgetretene Furche 3. Ordnung, d. h. als eine Kalottenfurche (siehe die Anmerkung der Seite 33) auf. Wir werden in den Serienschnitten erkennen, dass diese Deutung zutrifft, und dass die zweite Meridionalfurche auf der einen Seite zwar schon angelegt, aber noch zu zart war, um im Oberflächenbild deutlich erkannt zu werden. Vgl. die Rekonstruktion dieser Keimscheibe in Textfig. 5. Ausser den geschilderten beiden Furchen sieht man noch 5 grössere dunkle Flecken; in einem davon verlaufen sich die beiden benachbarten Enden der Furchen.

Fig. 2 und 3 leiten zu Fig. 7 hinüber. Diese Keimscheibe zeigt ein wichtiges Stadium, von welchem ich nur dieses eine Stück erhielt. Wir treffen in ihr drei ausgebildete Furchen, zwei meridionale und eine Kalottenfurche. Die beiden ersteren kreuzen sich in der Mitte der Keimscheibe unter rechtem Winkel. Die eine davon (die wagerechte in der Zeichnung) ist die längere: ihr rechtes Ende hört in der Keimscheibe plötzlich auf, während das linke sich in einem dunklen Fleck verliert und hier mit einer trichterartigen Verbreiterung endigt. Die zweite Meridionalfurche besitzt an ihrem oberen Ende gleichfalls eine noch grössere Verbreiterung. Derartige kleine trichter- oder knopflochartige Vertiefungen an den peripherischen Enden der Furchen werden wir in den späteren Stadien noch oft antreffen. Mit dem unteren Ende dieser (in der Zeichnung vertikalen) Meridionalfurche schneidet sich nun die dritte sehr deutlich ausgeprägte Furche, welche als Kalottenfurche in einiger Entfernung von der Keimscheibenmitte in ähnlicher Weise bogenförmig verläuft, wie die untere Furche der Fig. 3. Mit Bezug auf die vertikal gestellte Meridionalfurche ist diese Kalottenfurche noch asymmetrisch, da ihr rechts davon gelegener Teil weit grösser als ihr linker ist. Nach aussen von den 3 Furchen weist auch diese Keimscheibe mehrere ungleich grosse Flecken auf; in einen davon geht links die gebogene Furche über. In der oberen Hälfte fallen 3 ausgesprochen radiär gestellte, ansehnliche Flecken auf, von denen der mittlere eine kleine, spaltförmige Nebenfurche erkennen lässt.

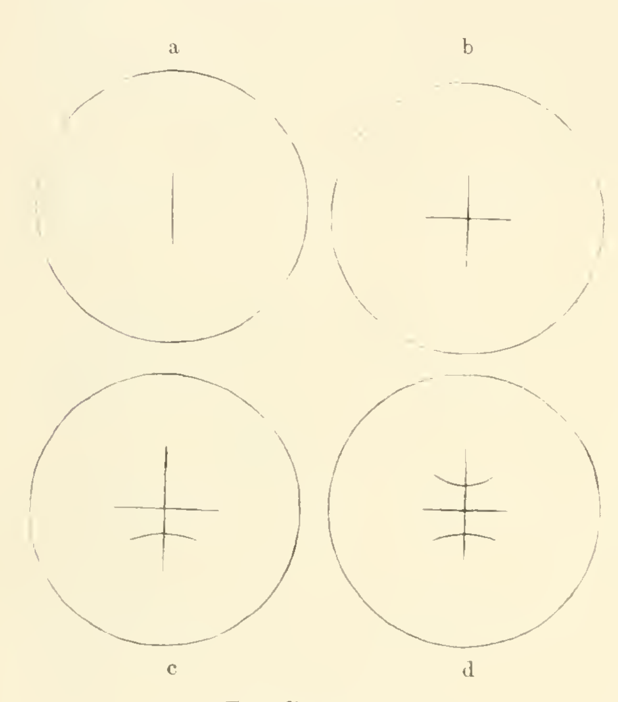
Die Teilungsphase der Fig. 13 scheint die unmittelbar auf Fig. 7 folgende zu sein. Wir sehen in der länglichen Scheibe eine lange Meridionalfurche parallel dem längsten Durchmesser der Scheibe verlaufen; sie ist in ihrem mittleren Teile wohl infolge der Behandlung etwas breiter als gewöhnlich geworden, wie es bisweilen an den Furchen beobachtet wurde. Diese eine Meridionalfurche wird unter rechtem Winkel von einer zweiten kleineren geschnitten, die allerdings ein wenig aus der Mitte der Keimscheibe nach unten hin verschoben ist. Ausserdem treffen mit der längeren Meridionalfurche noch vier Kalottenfurchen, zwei rechte und zwei linke, zusammen; der Schnittpunkt der beiden unteren ist in

die Nähe des Kreuzungspunktes der beiden Meridionalfurchen gerückt. Etwas störend wirkt in dem Flächenbilde ein durch die Konservierung entstandener Einriss, der sich von rechts oben nach dem linken Ende der kürzeren Meridionalfurche hinzieht: ein ähnlicher kleiner Einriss liegt in ihrem rechten Schenkel.

Auf diesem Stadium bestehen mithin 8 von einander abgegrenzte Furchungssegmente, welche symmetrisch zu beiden Seiten der längeren (wohl ersten) Meridionalfurche angeordnet sind.

Flecken und Grübchen wurden an dieser Keimscheibe vermisst.

Wenn wir die oben geschilderten frühesten Furchungsbilder überblicken und uns die Frage vorlegen, unter welchem Typus sich die erste Furchung des Kreuzottereies abspielt und in welcher Reihenfolge die ersten Hauptfurchen auftreten, so ist mein Material wohl schon ausreichend, um die folgenden Thesen aufzustellen, mit dem Vorbehalt, dass auch hier Variationen vorkommen und dass eine Hauptfurche der anderen vorauseilen kann; das letztere wurde ja in Fig. 3 konstatiert.



Textfig. 1, a—d.
Furchungsschema der Kreuzotter.

Am Ei der Kreuzotter bildet sich zuerst als Furche 1. Ordnung eine Meridionalfurche (Fig. 1, 4, 5 und 6), auf welche an jeder Seite eine zweite Meridionalfurche (Furchen 2. Ordnung) folgt. Die letzteren können sich mit der ersteren unter spitzem Winkel schneiden (Fig. 2), kreuzen sich mit ihr aber wohl meist unter rechtem Winkel (Fig. 7 und 13), sodass eine „Kreuzfurche" resultiert. In Fig. 2 ist zunächst erst auf der einen Seite die zweite Meridionalfurche ausgebildet.

Alsdann treten mit der einen (wohl ersten) Meridionalfurche vier Kalottenfurchen (als Furchen 3. Ordnung) zusammen, an jedem Ende der Meridionalfurche je zwei; sie erscheinen nicht zur selben Zeit, sondern nacheinander. In Fig. 3 und 7 ist erst eine Kalottenfurche vorhanden: in Fig. 3 ist sie der noch nicht sichtbaren zweiten Meridionalfurche vorausgeeilt. In Fig. 13 sind alle vier vorhanden. Die Kalottenfurchen können anfangs das Ende der Meridionalfurche kreuzen (Fig. 3 und 7), schneiden sich später aber mit der Furche selbst, Fig. 13.

Die zur Abgrenzung von Furchungsstücken führenden Breitenfurchen entstehen in der Regel wohl erst nach dem Auftreten der vier Kalottenfurchen.

Erwähnenswert ist noch, dass, abgesehen von der Knickung der ersten Meridionalfurche in Fig. 3 und 4, eine stärkere Brechung der Hauptfurchen in diesen Stadien an meinen Präparaten nicht hervortrat.

Schematisch würde sich der Furchungstypus der Kreuzotter in den obenstehenden Textfig. 1, a—d versinnbildlichen lassen. Bemerkt sei dazu, dass ich das Kreuzfurchenstadium isoliert bei der Kreuzotter nicht erhalten habe.

Von Interesse ist schliesslich noch die Feststellung, wie sich die erste Meridionalfurche zu der Eiachse und zur Keimscheibe verhält. Ich habe daher auf Taf. I in der Fig. 2a, 3a, 4a, 5a und 6a die Konturzeichnungen der ganzen Eier in natürlicher Grösse mit eingetragener erster Hauptfurche neben die betreffenden Keimscheiben gestellt. Nur in Fig. 3a und 6a trifft die Furche die Längsachse des Eies unter rechtem Winkel, geht also der kleinen Eiachse parallel; das gleiche war auch bei Fig. 1 der Fall (auf der Tafel nicht dargestellt). In der Fig. 4a und 5a steht die Furche sehr schräg zur langen Eiachse, in Fig. 2a verläuft sie zu ihr parallel. An einem anderen, auf der Tafel nicht abgebildeten Ei war die Furche so schräg gestellt, dass sie dem längsten Eidurchmesser fast parallel ging. Wir konstatieren also auch hier eine schon unter so wenigen Stücken beträchtliche Variation.

Auch das Verhalten der ersten Furche zum Längendurchmesser der elliptischen Keimscheibe ist verschieden: in den Fig. 1, 3 und 5 verläuft sie ihm parallel, in Fig. 2 steht sie darauf fast senkrecht.

Meine bei der Kreuzotter erhaltenen Befunde stimmen in sehr befriedigender Weise mit den Furchungsbildern überein, welche schon von anderen Reptilien bekannt sind; bei den Schlangen waren die ersten Furchungen bis jetzt noch nicht gesehen worden.

Agassiz und Clark*) haben zuerst (1857) von einer Schildkröte (Glyptemys insculpta) ein Furchungsstadium beschrieben und abgebildet, welches dem von mir entworfenen Schema meiner Textfig. 1d. entspricht. Hervorzuheben ist, dass die amerikanischen Autoren die zweite Meridionalfurche in einem Falle**) bei vollständiger Ausbildung der Kalottenfurchen nur schwach entwickelt antrafen und dass sie die längste, von den Kalottenfurchen geschnittene Meridionalfurche parallel der Eiachse und parallel dem Längendurchmesser der Keimscheibe verlaufen***) sahen, wie auch ich das bei der Kreuzotter beobachtet habe.

Die beiden ersten Furchen haben Kupffer und Benecke†) und nach ihnen C. F. Sarasin††) zuerst bei der Eidechse aufgefunden. Wie diese Autoren angeben, sind beide Furchen, von denen die zweite die erste senkrecht schneidet, kurz und erstrecken sich nur über einen kleinen Teil des Durchmessers der Keimscheibe.

Bei Seps chalcidis teilen nach Todaro†††) die beiden ersten Furchen, die meridional verlaufen, die Keimscheibe in vier gleichgrosse Segmente, welche mit ihrer Basis am darunterliegenden Dotter haften bleiben. Auf diese beiden ersten Furchen folgt nicht, wie bei den holoblastischen Eiern z. B. der Batrachier, die äquatoriale Furchung, sondern es sollen sich nach Todaro vier neue radiäre Furchen bilden, welche

*) L. Agassiz, Embryology of the Turtle. Contributions to the Natural History of the United States of Amerika, Vol II. Boston 1857.

**) L. c. Taf. X, Fig. 3.

***) L. c. Taf. X, Fig. 1 und 3.

†) Kupffer und Benecke, Die ersten Entwickelungsvorgänge am Ei der Reptilien. Königsberg, 1878.

††) C. F. Sarasin, Reifung und Furchung des Reptilien-Eies. Arbeiten aus dem zootomisch-zoologischen Institut in Würzburg. Bd. VI, 1883.

†††) F. Todaro, Beobachtungen und Betrachtungen über die Furchung des Eies und die Bildung der Keimblätter bei Seps chalcidis. Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere von J. Moleschott. Bd. XV, 1895.

die vier Segmente in acht teilen. Mit dieser Angabe Todaros stimmt aber nicht der Horizontalschnitt überein, welchen der Autor l. c. S. 524 in Fig. 2 abgebildet hat, und in welchem man deutlich erkennt, dass die Furchen dritter Ordnung nicht Radiärfurchen, sondern dieselben sind, welche ich oben als Kalottenfurchen bezeichnet habe. Todaros Furchungsbild von Seps gleicht daher fast ganz dem von Agassiz und Clark abgebildeten Stadium und meiner Textfig. 1d.

Die ausführlichsten Angaben hat neuerdings L. Will*) gemacht, welcher die Furchung am Ei von Platydactylus mauritanicus Schreib., Lacerta muralis Laur. und Lacerta muralis var. lilfordi untersuchte, allerdings nur im Oberflächenbild. Dadurch bleiben die Willschen Untersuchungen unvollständig, da das Oberflächenbild durchaus nicht immer mit dem Befund an den Furchungskernen in den Serien in Übereinstimmung steht.

Nach Will tritt bei Platydactylus die erste Furche in Gestalt einer anfangs noch kurzen Bogenlinie auf, welche alsbald etwas länger wird.**) Dazu gesellen sich die beiden Furchen zweiter Ordnung, welche zusammen die erste Kreuzfurche darstellen. Sie bilden keine gerade Linie, wie es bei der Köllikerschen Abbildung vom Hühnchen der Fall ist, und treffen auch nicht in einem Punkte zusammen. Das letztere Verhalten kann beim Gecko ebenfalls vorkommen,***) sodass schon bei dem Auftreten der Kreuzfurche eine gewisse Variationsbreite besteht. In einem anderen Präparat†) sah Will das Furchenkreuz schon bedeutend weiter über die Keimscheibenoberfläche ausgedehnt; die Furchen zweiter Ordnung trafen in grossem Abstand auf die erste, eine zweimalige Knickung derselben bewirkend. Die beiden Furchen zweiter Ordnung brauchen nicht gleichzeitig aufzutreten, noch weniger ist das bei den Furchen dritter Ordnung (den Kalottenfurchen, siehe oben) der Fall. In dem Folgestadium, welches der Lacerta lilfordi entnommen wurde, waren die vier Furchen dritter Ordnung bereits sämtlich in gleicher Ausbildung entwickelt.

In diesen frühen Stadien beobachtete Will auch die Oppelschen „Nebenspermadellen", in späteren Stadien aber mit einer einzigen Ausnahme nicht mehr.

B. Die Furchung vom Auftreten der Breitenfurchen bis zum Blastula-Stadium.

Auf Fig. 13 folgen unter meinen Präparaten

frühe Furchungs-Stadien

mit zunächst noch ganz vereinzelten, im Flächenbilde ringsherum deutlich durch Furchen abgegrenzten Furchungsstücken††) resp. Blastomeren.††) Die Abtrennung der letzteren von den bis dahin einfachen Furchungssegmenten, wie sie in den 8 Segmenten der Fig. 13 noch vorliegen, wird unzweifelhaft bewirkt

---

*) L. Will, Die oberflächliche Furchung des Reptilieneies. Archiv des Ver. d. Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Bd. 50, 1896.

**) L. c. Taf. V, Fig. 1 und 2.

***) L. c. Taf. V, Fig. 3 und 9.

†) L. c. Taf. V, Fig. 4.

††) Ich unterscheide unter den Furchungszellen

1. Blastomeren, welche auf allen Seiten von der Keimscheibensubstanz resp. dem Dotter abgefurcht sind;

durch das Auftreten von Breiten-(Latitudinal-) Furchen. Die Breitenfurchen sind aber nur selten als solche zu erkennen, d. h. sie verlaufen nur selten einigermassen regelmässig zirkulär um den Kreuzungspunkt der Hauptfurchen herum, wie es z. B. in Fig. 16 und besonders schön in Fig. 17 zu sehen ist. Gewöhnlich erfolgt die Abfurchung der Blastomeren von den Segmenten, soweit sich erkennen lässt, ganz unregelmässig durch Furchen, welche im Grunde als Latitudinalfurchen wohl aufgefasst werden müssen, welche aber einen sehr unregelmässigen Verlauf haben. Fig. 8—12, 14, 15, 18 und 19. Überhaupt scheint von jetzt ab jede geregelte Aufeinanderfolge der Furchen aufzuhören. Zugleich findet dabei eine bald sehr beträchtliche Abbrechung der Hauptfurchen statt. Ferner treten innerhalb der Segmente neue, sie teilende, mehr oder weniger radiär gegen die Peripherie ausstrahlende Furchen auf. Alle diese Faktoren bewirken im Vereine mit der beginnenden Teilung der Blastomeren selbst, dass die Furchungsbilder von jetzt ab ausserordentlich unregelmässig und variabel werden. Dadurch müssen die im vorigen Kapitel unterschiedenen Hauptfurchen sehr bald undeutlich werden, sodass es unmöglich wird, sie im Furchungsbilde zu erkennen und nachzuweisen.

Anfangs, so lange nur erst einige wenige Blastomeren abgefurcht sind, lässt sich bisweilen noch das Endstadium des oben geschilderten Furchungstypus erkennen und rekonstruieren, wenn auch meist wohl mit Mühe. So ist in Fig. 16 der Taf. I die lange, von oben nach unten herunterziehende Furche wohl unzweifelhaft die eine Meridionalfurche, welche oben und unten von den vier Kalottenfurchen gekreuzt wird, von denen die unteren infolge Zusammenstossens mit anderen Furchen schon sehr abgebrochen sind. Die zweite Meridionalfurche scheint rechts zu fehlen, wenigstens war sie mit der Lupe nicht zu sehen. Ähnliches, wenn auch in kleineren Dimensionen, scheint in Fig. 8 vorzuliegen.

Auch in den beistehenden Textfig. 2a und b könnte man die Hauptfurchen noch herauskonstruieren.

Textfig. 2.
Zwei frühe Furchungsstadien, a mit 3, b mit 4 ringsherum abgegrenzten, ungleich grossen Furchungsstücken, resp. Blastomeren; a war ein wenig exzentrisch in der Keimscheibe gelegen.

Mehr Schwierigkeiten machen schon die Fig. 9 und 11. In den folgenden Fig. 12, 14, 15, 19 und 20 der Taf. I und Fig. 35 bis 38 der Taf. II ist es aber völlig unmöglich geworden, noch typische Hauptfurchen mit Bestimmtheit zu erkennen. Durch Brechung und Blastomeren-Abfurchung sind sie im Furchungsbilde völlig untergegangen.

In Fig. 8 sehen wir links von der einen Hauptfurche 2 ringsum abgefurchte Zellterritorien liegen, während in der Nähe des zentralen Furchungsfeldes Andeutungen weiterer, unvollkommen sichtbarer Furchen vorhanden sind. In den Fig. 12, 16, 17 und Textfig. 2a lassen sich 3 Furchungsstücke feststellen. Fig. 12 besitzt in der Keimscheibe ausserdem noch dunkle

---

2. Furchungsstücke, welche nur im Oberflächenbilde ringsherum von der Keimscheibensubstanz resp. dem Dotter abgefurcht sind, in der Tiefe an ihrer unteren Fläche dagegen noch damit zusammenhängen;
3. Furchungssegmente, welche gegen die Peripherie hin und gewöhnlich auch noch mehr oder weniger in der Tiefe mit der Keimscheibensubstanz resp. dem Dotter zusammenhängen.

Flecken und Nebenfurchen. In den Fig. 9. 11 und der Textfig. 2b ist die Zahl der ringsum abgegrenzten Zellterritorien auf 4. in den Fig. 19 auf 5. in den Fig. 15. 37 und 38 auf 6 und in der Fig. 35 auf 9 gestiegen. soweit das mit einer guten. stärkeren Lupe erkennbar war.

Grösse und Form der ersten Furchungsstücke und Blastomeren ist sehr verschieden; selbst unter den ersten 3—4 können schon nicht unerhebliche Grössendifferenzen bestehen. Fig. 9, 11, 16, Textfig. 2. Besonders auffällig wird diese Verschiedenheit in Fig. 38. wo in der Mitte ein grösseres. abgegrenztes Feld liegt, an dessen Rande sich 5 kleinere Furchungszellen befinden.

Die Zellterritorien selbst stellen im Flächenbilde 4—6-eckige. bisweilen vieleckige, häufig unregelmässige Felder dar.

Fig. 17 wird bemerkenswert durch die konzentrische Anordnung von zwei ersten Latitudinalfurchen. In Fig. 35 besteht mehr die Neigung zu einer radiären Abfurchung.

Gleichzeitig mit der Abfurchung der ersten Blastomeren dringen die peripheren Enden der Hauptfurchen mehr gegen die Peripherie der Keimscheibe vor. während bald zahlreiche andere, mehr oder weniger radiär gerichtete Furchen auftreten. Diese besitzen verschiedene Länge. verlaufen oft gebogen und geschwungen (Fig. 16. 17, 37), dringen aber auf diesem Stadium nur ausnahmsweise schon bis an die Peripherie der Keimscheibe vor. Fig. 37. Nur selten bleiben die Radiärfurchen anfangs sehr kurz oder sind sehr spärlich. Fig. 12. 18. 19. Zwischen den Radiärfurchen liegen die nach aussen hin breit mit der Substanz der Keimscheibe zusammenhängenden Furchungssegmente von verschiedener Grösse und Form; ihre Grösse ist oft sehr beträchtlich. vgl. z. B. Fig. 17.

Die Enden der Radiärfurchen sind nicht selten erweitert zu kleinen trichter- oder knopflochartigen Vertiefungen. die auch in einem dunklen Fleck liegen können; sie wurden schon oben bei den Hauptfurchen erwähnt. Isolierte dunkle Flecken und Grübchen. durch Paraspermien bedingt. werden in diesen Stadien schon seltener: in den Fig. 8. 9, 16. 37 und 38 vermisste ich sie ganz. In Fig. 17 waren sie nur spärlich: zwei davon lagen am Ende von Radiärfurchen. die anderen beiden bezeichneten wohl Vorstufen von Radiärfurchen. In Fig. 11, 12 und 15 der Taf. I und besonders in Fig. 35 der Taf. II sieht man aber noch recht zahlreiche isolierte Flecken; besonders in Fig. 35 fallen sie dadurch auf. dass sie fast ausnahmslos radiär orientiert und sehr in die Länge gestreckt sind.

Die letzteren Abbildungen leiten zu den Fig. 10. 14. 18 und 19 über. Diesen Bildern ist die auffällig grosse Zahl von dunklen Flecken und radiär gestellten Streifen eigentümlich. In Fig. 10 sind die verwaschenen Streifen sehr lang, furchenartig, bisweilen etwas unregelmässig gebogen. In der oberen Hälfte der Keimscheibe befindet sich in dem peripherischen Ende von drei Streifen je eine kurze Spalte: daneben sind noch drei isolierte, etwas längere (Paraspermium-) Spalten vorhanden, welchen ein dunkler Hof fehlt. In Fig. 14 sind die Flecken sehr zahlreich und von verschiedener Grösse. Sie erreichen die Peripherie der relativ kleinen Keimscheibe, ja überschreiten sie zum Teil. Die grösste Zahl der Flecken. die zum Teil dicht bei einander stehen. wird in Fig. 18 erreicht.

Auch die Furchungen dieser Keimscheiben zeigen ihr Besonderes. Am wenigstens gilt dies noch für Fig. 14 mit 7 deutlich abgetrennten Zellen und längeren Radiärfurchen: ihr Furchungsbild steht dem der Fig. 15 sehr nahe. In Fig. 18 und 19 sind die Radiärfurchen dagegen sehr wenig ausgebildet: Fig. 18 fällt ausserdem durch die Kleinheit der schon zahlreichen (21) Furchungszellen auf. Der Habitus der Furchenbildung der Fig. 19 ähnelt dem der Fig. 12. Am meisten weicht scheinbar Fig. 10 ab.

welche zwei das Zentrum der Keimscheibe in dessen Nähe umkreisende, aber nicht zusammenfliessende Furchen besitzt. Beide Furchen, besonders die untere, senden Seitenäste ab, die z. T. in die oben erwähnten dunklen Streifen auslaufen. Andere Furchen waren mit der Lupe im Flächenbilde nicht zu entdecken. die Untersuchung der Schnittserie (siehe unten Kapitel 5) zeigte aber, dass zwischen den zirkulären Furchen doch schon kleinere Zellterritorien abgefurcht waren.

Der Gedanke liegt nahe, dass die Keimscheiben der Fig. 10, 14, 18, und 19 ihres aussergewöhnlichen Aussehens wegen vielleicht nicht ganz normale gewesen sein könnten. Anfangs hegte ich selbst diesen Argwohn und glaubte, dass sie vielleicht degeneriert wären und etwa Individuen entstammten, bei welchen die Ernährung der Eier aus irgend einem Grunde gelitten hatte. Man könnte daran denken, dass unter solchen Umständen zu viele Spermien in die Keimscheibe eingedrungen wären, oder dass auch die Ausbildung und das Durchschneiden der Furchen sich verzögert hätte. Hierüber konnte nur das Studium der Serienschnitte entscheiden. Wir werden sehen, dass nichts im Wege steht, diese Keimscheiben und Furchungsbilder als normale anzusehen, welche noch innerhalb der Variationsbreite bei der Kreuzotter liegen. Ob die in Rede stehenden Keimscheiben alle von demselben Weibchen herrühren, vermag ich nicht mehr zu sagen, da es mir bei der grossen Zahl der Präparate nicht möglich war, die einem jeden Weibchen entnommenen Eier auseinander zu halten und getrennt zu konservieren. Übrigens habe ich ähnliche Furchungsbilder auch noch in einigen anderen Fällen erhalten.

Die Zahl der Furchungszellen vermehrt sich im Oberflächenbilde durch Teilung der Elemente und Abfurchung von den Segmenten nun stetig, wobei anfangs noch mancherlei Unregelmässigkeiten vorkommen. Vgl. Fig. 20 auf Taf. I und die oberen Figuren der Taf. II.

In Fig. 36 ist die Zahl der deutlich erkennbaren Furchungszellen noch gering. Eigentümlich waren hier ein paar isolierte, zentralwärts umgebogene Radiärfurchen. Die mittleren Zellen dieser Keimscheibe liessen sich nicht deutlich erkennen, ausserdem lief durch die Mitte ein querer Einriss.

In Fig. 20 überschreitet die Zahl der deutlich erkennbaren Furchungzellen schon ein Dutzend.

In den Fig. 39—45 und Fig. 47 sind die Blastomeren erheblich zahlreicher geworden, während das Furchungsbild noch recht unregelmässig, ich möchte sagen, unruhig aussieht.

Diese Bilder von Fig. 39 bis Fig. 52 will ich als

mittlere Furchungsstadien

bezeichnen.

Auch in ihnen variiert die Grösse der Zellen innerhalb des Furchungsfeldes oft noch recht auffällig. Ganz kleine, oft nesterweise zusammenliegende Zellen können unmittelbar an grosse anstossen. Bisweilen wird ein grösseres ungefurchtes Feld fast ringsherum von kleinen abgefurchten Blastomeren eingeschlossen. Fig. 40 links. Gewöhnlich aber liegen die grösseren Zellterritorien am Rande des Furchungsgebiets. Einigemale habe ich gesehen, dass mehrere kleine Furchungszellen am Rande des Furchenfeldes in der hier noch ungefurchten Substanz der Keimscheibe scheinbar isoliert auftraten. Fig. 41 links. Auch Agassiz und Clark bilden in einer Keimscheibe von Glyptemys zwei kleine, mit je einer Furche weit gegen die Peripherie vorgeschobene Blastomeren ab.*) Ebenso können sich kleinzellige Furchungen in Form isolierter Streifen eine Strecke weit vorschieben. Fig. 39 oben.

*) L. c. Fig. 8 auf Taf. X.

Mit der Vermehrung der Blastomeren werden auch die radiären, die Randsegmente begrenzenden Furchenspalten zahlreicher und gelangen mit ihren peripheren Enden nicht selten schon an den Rand der Keimscheibe, hier oft wieder mit kleinen knopflochartigen Einsenkungen endigend. Die Grösse der Randsegmente nimmt allmählich ab, auch ihre Form wird gegen früher regelmässiger.

Nachdem die Zahl der im Flächenbild sichtbaren Blastomeren ein paar Hundert überschritten hat, (vgl. z. B. Fig. 49), wird das Furchungsbild wieder regelmässiger und ruhiger. Das Zentrum der Keimscheibe nimmt jetzt ein kleinzelliges Material ein, an dessen Peripherie sich grössere, unregelmässige Zellterritorien anschliessen. Der Ring dieser grosszelligen Zone ist nicht immer geschlossen und bisweilen asymmetrisch, sodass sich auf der einen Seite mehr grosszelliges Material befindet als auf der anderen. Vgl. unten. Von dieser Zone gehen zahlreiche Radiärfurchen aus, welche nunmehr zum grössten Teil den Rand der Keimscheibe erreichen. Hierdurch wird der gesamte noch ungefurchte Randteil der Keimscheibe in zahlreiche radiäre Segmente zerlegt. Die peripheren Enden der Radiärfurchen laufen auch jetzt noch meist in sehr ausgeprägte Trichter aus, die bei der grossen Zahl der Radiärfurchen jetzt sehr auffällig werden und den Keimscheiben oft ein eigentümliches Aussehen verleihen. Fig. 46, 48, 50.

Fig. 51 und 52 erinnert durch die grosse Zahl von unregelmässigen, radiären, dunklen Streifen und Flecken an die oben näher besprochenen Fig 10, 14, 18 und 19 der Taf. I.

Gleichzeitig mit dem Durchschneiden der Radiärfurchen bis zur Peripherie der Keimscheibe verändert sich der Rand der letzteren, indem den Radiärfurchen entsprechende Einkerbungen entstehen. Eingeleitet und angedeutet wird diese Einkerbung schon auf früheren Stadien, in denen die Radiärfurchen den Keimscheibenrand noch nicht ganz erreicht haben. Fig. 41, 43, 44, 45, 47. Zwischen den Kerben liegen die an ihrer Peripherie abgerundeten Furchungssegmente, deren hellere Substanz sich deutlich von der dunkleren Umgebung abhebt. Hierdurch erhält die Keimscheibe häufig ein förmlich gelapptes Aussehen (Fig. 43, Fig. 45 bis 50), welches so ausgeprägt wird, dass es schon bei Untersuchung mit blossem Auge auffällt. Vgl. Fig. 60 und 61, welche zwei Eier mit ihren Keimscheiben in natürlicher Grösse darstellen.

Die nun folgenden

späten Furchungsstadien

(Fig. 53—56) bieten wenig Charakteristisches. Die Abfurchung schreitet gegen die Peripherie der Keimscheibe mehr und mehr vor. Dabei werden die Zellen des Furchungsfeldes durch Teilung immer zahlreicher und zugleich kleiner, sodass die Keimscheibe von einem grossen, länglichen oder kreisrunden Felde kleiner, ziemlich gleich grosser Blastomeren eingenommen wird, an dessen Rande sich eine unregelmässige Zone von mehr oder weniger deutlich abgefurchten, grösseren Zellen vorfindet. An diese schliesst sich der breite Gürtel an, welchen die sehr zahlreichen, immer kürzer werdenden radiären Streifen und Furchungsspalten bilden.

Die Radiärfurchen dringen jetzt über den Rand der Keimscheibe hinaus vor und beginnen ihre Umgebung zu durchziehen. Die Zerklüftung des Dotters setzt im Oberflächenbilde ein, nachdem die Substanz der Keimscheibe in Furchungszellen zerlegt und aufgebraucht ist. Der Rand der ursprünglichen Keimscheibe ist daher ebensowenig mehr zu erkennen wie seine oben besprochene eigenartige Einkerbung.

Die Blastomeren sind mittlerweile sehr zahlreich und sehr klein geworden, lassen sich aber mit einer guten Lupe doch noch deutlich von einander abgrenzen und als anscheinend ziemlich gleich grosse Zellen erkennen. Fig. 53, 54, 56. Dieses Stadium könnte man als ausgebildete „Morula“ bezeichnen.

Nun tritt alsbald im Zentrum des kleinzelligen Bezirkes oder auch exzentrisch eine anfangs kleine, bald aber an Grösse zunehmende Stelle auf, an welcher die einzelnen Blastomeren mit der Lupe nicht mehr unterschieden werden können, und welche daher glatt und gleichmässig aussieht: die Zellen sind hier eben so klein geworden, dass sie einzeln nicht mehr erkannt werden können. Hiermit leitet sich im Flächenbilde das Blastulastadium ein. In Fig. 55 ist eine solche gleichartig aussehende Stelle soeben aufgetreten, in Fig. 57 hat sie eine grosse Ausdehnung erlangt. Das letztere Stadium nähert sich bereits der fertigen Blastula. Vgl. Taf. III oben. Am Rande des homogen erscheinenden grossen Bezirkes schliesst sich im Flächenbilde unter allmählichem Übergange kleinzelliges Material an, auf welches nach aussen die Zone der grossen, unregelmässigen Furchungsstücke folgt. Ganz peripher, schon im Bereiche des grobkörnigen Dotters, bildet dann ein schmaler Gürtel zahlreicher kurzer Radiärfurchen, dunkler Streifen und Stippchen den Abschluss. In den letzteren, den Vorstufen der Furchen, welche der Umgebung des Keimfeldes oft ein geflammtes Aussehen verleihen, erkennt man gewöhnlich die Furche als Spalt oder häufiger noch als helle, schmale Linie.

Mit dem Übergreifen der Furchung auf den grobkörnigen Dotter hat die Bildung des von jetzt ab durch Zerklüftung des Dotters stetig an Ausdehnung zunehmenden Keimhofes*) begonnen, wie ich nunmehr den gesamten Keimbezirk am Ei nennen will.

Alsbald macht sich in dem homogen erscheinenden Felde eine feine, unbestimmt durchschimmernde Netzzeichnung bemerkbar, die sich mehr und mehr gegen die Peripherie ausbreitet und dabei immer deutlicher in die Erscheinung tritt. Zugleich wird diese Stelle mehr durchscheinend, während nur der Rand gleichmässig weisslich bleibt, bis das typische Flächenbild der Blastula in Fig. 62 und 63 der Taf. III erreicht ist.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die Furchung im Innern der Keimscheibe auch schon in ihren frühen Stadien nicht ohne Einfluss auf den die Keimscheibe umgebenden Dotter zu sein scheint. Wenigstens habe ich in den oben geschilderten, die Keimscheibe umgebenden Säumen oft eine zarte, unbestimmte, radiäre Streifung gesehen, wie sie in den Fig. 40 (oben) und 47 (unten) angedeutet ist. Auch ausserhalb der Säume zeigt der grobkörnige Dotter nicht selten deutliche, hellere, strahlenartige Streifen, welche meist radiär die Keimscheibe umstellen, häufig aber auch schräg oder unregelmässig verlaufen. Das letztere ist besonders an den Seiten der elliptischen Keimscheiben der Fall. Diese Streifen umgeben selten die ganze Keimscheibe, bleiben vielmehr gewöhnlich nur auf einen Teil ihres Randes beschränkt. Häufig sind sie nur an einem Pol der Keimscheibe vorhanden oder an einem Pol stärker ausgebildet als an dem anderen. Diese Einzelheiten habe ich nur in Fig. 40 (oben) zum Ausdruck gebracht, in den übrigen Figuren der Taf. I und II aber fortgelassen, um die Zeichnungen zu vereinfachen.

*) Ich unterscheide also zwischen Keimscheibe und Keimhof. Viele Autoren machen darin keinen Unterschied; ich meine aber doch, dass man die beiden Begriffe auseinander halten muss.

Während ich als Keimscheibe nur die ursprünglich vor der Furchung vorhandene und dann sich furchende, von dem groben Dotter umgebene Substanz feinkörnigen Dotters bezeichne, fasse ich als Keimhof das gesamte Keimgebiet zusammen, welches sich nach Abfurchung der Keimscheibe über den grobkörnigen Dotter erstreckt und mit zunehmender Entwickelung mehr und mehr über das Ei ausbreitet.

Der Unterschied zwischen „Nahrungs-“ und „Bildungsdotter“ ist an diesen Eiern verwischt, da die vom grobkörnigen („Nahrungs“-) Dotter ausserhalb der Keimscheibe abgefurchten Elemente sich auch an dem Aufbau der Embryonalanlage beteiligen, wie wir unten sehen werden.

Furchungsbilder von Reptilien nach dem Auftreten der Breitenfurchen sind bis jetzt erst wenig dargestellt worden und zwar von Agassiz und Clark*) (Schildkröte: 7 Keimscheiben mit bis 7 Furchungszellen. 3 stark abgefurchte Keimscheiben), Gerbe**) (Lacerta viridis: eine stark abgefurchte Keimscheibe), C. F. Sarasin***) (Eidechse: eine Keimscheibe mit 4 Blastomeren), Oppel†) (Blindschleiche: 2 Keimscheiben, eine mit 5, die andere mit über 100 Blastomeren), Vay††) (Ringelnatter, eine stark abgefurchte Keimscheibe), Sobotta†††) (Lacerta muralis: 2 stark abgefurchte Keimscheiben), und Will†*) (Platydactylus, Lacerta muralis und L. lilfordi: 4 Keimscheiben mit 1—5, eine mit 28 Furchungszellen und zwei stark abgefurchte). Sie ähneln manchen meiner Abbildungen von der Kreuzotter.

Bekanntlich hat von Kölliker†**) zuerst auf eine exzentrische Lage der ersten Hauptfurche und eine Asymmetrie im Verlaufe des Furchungsprozesses am Hühnerei aufmerksam gemacht, welch letztere darin besteht, dass die eine Seite der Keimscheibe weiter durchgefurcht ist und kleinere Furchungskugeln und Segmente aufweist als die andere. von Kölliker konnte noch nicht entscheiden, welchem Teile des späteren Embryos diese sich schneller furchende Seite der Keimscheibe entspricht, vermutet jedoch schon, dass sie später zum hinteren Teile des Blastodermes wird, in welchem dann während der Bebrütung die ersten Spuren des Embryos auftreten. Der Autor spricht die Ansicht aus, dass sich hierüber aus der genauen Bestimmung der Lage des Furchenbildes auf dem Dotter näheres werde ermitteln lassen, da der Embryo auf dem Dotter in der Querachse des Eies steht und in der Regel dem stumpfen Eipole seine linke Seite zuwendet.

Duval†***) hat diese Ideen aufgenommen und am Hühnerei einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Zunächst stellte er an einer grösseren Anzahl von Eiern fest, dass in bei weitem der Mehrzahl ($^3/_4$) der Fälle der Hühnerembryo auf dem Eie so liegt, dass er sich mit seinem Längsdurchmesser der kurzen Eiachse parallel befindet und dabei dem stumpfen Eipol seine linke Seite zuwendet. Indem Duval hiermit die auf den sich furchenden Keimscheiben zu beobachtenden Grössendifferenzen der Blastomeren und Segmente in Zusammenhang brachte, kam er zu dem Schluss, dass die Furchung in dem Teile des Keimes sich schneller abspielt, der dem späteren hinteren Ende des Embryos entspricht. Die kleinen Furchungszellen befinden sich daher in der Gegend des hinteren Endes der späteren Embryonalanlage, während die grossen Segmente nach vorn gelegen sind.

*) L. Agassiz. Embryology of the Turtle. Contributions to the Natural History of the United States of Amerika, Vol. II, Boston 1857.

**) Gerbe, Recherches sur la segmentation de la cicatricule et la formation des produits adventifs de l'oeuf des Plagiostomes et particulièrement des raies. Journal de l'anatomie et de la physiologie. Huitième année. 1872, Pl. 21, Fig. 8.

***) C. F. Sarasin. Reifung und Furchung des Reptilieneies. Arbeiten aus dem zootomisch-zoologischen Institut in Würzburg, Bd. VI, 1883.

†) Oppel. Die Befruchtung des Reptilieneies. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXXIX. 1892.

††) Vay, Zur Segmentation von Tropidonotus natrix. Anatomische Hefte. Abt. I. Bd. II, 1893.

†††) Sobotta. Die Furchung des Wirbeltiereies. Ergebnisse d. Anatomie u. Entwickelungsgeschichte. Bd. VI, 1896.

†*) L. Will, Die oberflächliche Furchung des Reptilieneies. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg, Bd. 50, 1896.

†**) A. Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere, 1879, II. Aufl., S. 79.

†***) M. Duval. De la formation du blastoderme dans l'oeuf d'oiseau. Annales des sciences naturelles, T. XVIII, 1884. Derselbe, Atlas d'Embryologie, Paris 1889.

Vay*) hat diese Schlussfolgerungen Duvals auf die Keimscheibe der Reptilien und zwar der Ringelnatter übertragen, wovon er 15 Stück in ziemlich abgefurchtem Zustande untersuchte. Dabei fand er an dem einen Ende der Keimscheibe die Blastomeren kleiner und weiter in der Furchung vorgeschritten, als an dem anderen. Indem er nun die am meisten differenten Stellen des Furchenfeldes durch eine Linie verband, welche als „Symmetrieachse" die Keimscheibe in zwei annähernd gleich grosse und hinsichtlich ihrer Formelemente gleich gestaltete Hälften zerlegt, stellte er die Behauptung auf, dass in Analogie mit dem Vogelei die spätere Längsachse des Embryos mit der Symmetrieachse des Furchenfeldes ungefähr zusammenfällt, die grösseren Furchungselemente dem späteren Kopfteile, die kleineren dem späteren Schwanzteile des Tieres entsprechen und die beiden symmetrischen Hälften kongruent sind dem späteren Rechts und Links des Embryos.

Will**) geht noch einen Schritt weiter, indem er bei der Untersuchung der Furchung bei Platydactylus und Lacerta zu der Ansicht kommt, dass auch die erste Furche parallel der künftigen Medianebene des Embryos verläuft, ja höchst wahrscheinlich in diese selbst fällt, da die erste Furche, ebenso wie der Embryonalkörper, der kurzen Eiachse parallel läuft. Die erste Furche würde also in der Richtung der künftigen Symmetrieachse liegen. Wie C. F. Sarasin***) schon früher bei der Eidechse, so fand auch Will eine exzentrische Anlage der ersten Furche.

Hinsichtlich der späteren Furchung erhielt der Autor ähnliche Ergebnisse wie Vay. Die Symmetrieachse liegt auch beim Gecko und der Eidechse in der Regel parallel oder doch annähernd parallel der kurzen Eiachse, sie kann als grosse Ausnahme jedoch gelegentlich einmal eine andere Richtung annehmen. Ferner weist nach Will auch das Hinterende der Symmetrieachse in der grossen Mehrzahl der Fälle kleinere und zahlreichere Blastomeren auf als das Vorderende, gelegentlich kann ein solcher Unterschied aber auch verschwinden.

Auch ich habe bei dem Studium der Furchung der Kreuzotter den von den obigen Autoren angeregten Fragen meine Aufmerksamkeit geschenkt. Liegen doch auch schon für die niederen Wirbeltiere und für Wirbellose zahlreiche Mitteilungen z. B. von Newport, Roux, Wilson, Rabl, van Beneden und Julin und anderen über die Bedeutung der ersten Furche für die Bilateralität und die Bestimmung der Medianebene des Embryos vor.

Bei den Reptilien, speziell bei den Schlangen sind die Verhältnisse für die genauere Bestimmung einer etwaigen Symmetrieachse und ihrer Beziehungen zur Lage des Embryos aber ungünstiger als beispielsweise bei den Vögeln, weil bei den Schlangen die Eier meist spindelförmig, ellipsoid oder rundlich sind (vgl. die Figuren der Tafeln), sodass ein spitzer und stumpfer Eipol als Anhaltspunkt für die Orientierung gewöhnlich nicht unterschieden werden kann.

Was zunächst die Exzentrizität der ersten Furche anbetrifft, so habe ich sie in den Präparaten, welche mir vorgelegen haben, nicht gefunden, wie schon aus meiner obigen Schilderung und den Ab-

---

*) Fr. Vay, Zur Segmentation von Tropidonotus natrix. Anatomische Hefte, Abt. I, Bd. II, 1893, S. 29.

**) L. Will, Die oberflächliche Furchung des Reptilieneies. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg, Bd. 50, 1896.

***) C. F. Sarasin, Reifung und Furchung des Reptilieneies. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg, Bd. VI, Heft 3, 1883.

bildungen 1—7 der Taf. I hervorgeht. In meinen Präparaten hatte die erste Meridionalfurche sich ziemlich genau in der Mitte der Keimscheibe gebildet, nur mit Ausnahme der Fig. 5, wo sie sich ganz wenig nach links von dem Scheibenzentrum befindet. Bei der grossen Variabilität, der man auch schon bei den ersten Furchen begegnet, ist es aber vielleicht nicht ausgeschlossen, dass ich in diesen so schwierig zu erlangenden frühesten Stadien gerade den selteneren Fall angetroffen habe und dass andere Beobachter an einem anderen Material bei der Kreuzotter nicht die gleichen Befunde erhalten und exzentrische Furchen finden.

In den mittleren Furchungsstadien habe ich eine deutliche exzentrische Lage des Furchenfeldes in der Keimscheibe hier und da feststellen können. So sieht man sofort auf den ersten Blick, dass die Furchungen z. B. in Fig. 12, 18, 19 der Taf. I und Fig. 38, 41 und 42 der Taf. II aus der Mitte der Keimscheibe verschoben sind. Auch bei manchen anderen würde eine genaueste Ausmessung zu dem Resultate führen, dass die Mitte des abgefurchten Feldes nicht mit dem Keimscheibenzentrum zusammenfällt. Dagegen zeigen auch wieder andere Figuren, z. B. Fig. 7, 8, 10, 11, 13, 17 der Taf. I und Fig. 35, 37, 46—48 der Taf. II, eine ziemlich genaue zentrale Lage des Furchenbildes. Eine Konstanz der Exzentrizität der Furchungen muss ich daher für mein Kreuzottermaterial in Abrede stellen.

Das Gleiche scheint mir für die Asymmetrie des Furchenfeldes hinsichtlich der Grösse und Ausbildung seiner Blastomeren und Segmente, welche Vay für die Ringelnatter-Keimscheiben behauptet hat, Geltung zu haben. Auch mir ist diese Asymmetrie bei der Ringelnatter hier und da aufgefallen und habe ich zwei sehr asymmetrisch abgefurchte Keimscheiben in meiner Abhandlung über die Gastrulation bei der Ringelnatter*) abgebildet. Bei der Kreuzotter ist diese Asymmetrie gleichfalls nicht selten zu erkennen, wenn mir auch so extreme Beispiele, wie die zitierten, hier nicht vorgekommen sind. So liesse sich z. B. in den Fig. 9 der Taf. I und Fig. 44, 49 und 50 der Taf. II eine Symmetrieachse leicht ziehen, da eine klein- und eine grosszellige Zone vorhanden sind und einander gegenüberliegen. Wenn man ganz geringfügige Differenzen zu Hilfe nimmt, so könnte man wohl noch in vielen anderen Keimscheiben eine Symmetrieachse, wenn auch mit Mühe, herausfinden. Ob dadurch aber nicht etwas in die Keimscheiben hineinkonstruiert würde, was nicht vorhanden ist, lasse ich dahingestellt.

Um sicherer zu gehen, habe ich neuerdings noch ein mit Eisessig-Sublimat konserviertes, frisches Material von 75 Keimscheiben der Otter untersucht. Die Keimscheiben befanden sich in den mittleren und späten Furchungsphasen und im Übergangsstadium zur Blastula, in welchen Differenzen noch am leichtesten festgestellt werden können; einige waren auch schon fertige Blastulae mit Randfurchung. Unter diesen 75 Stücken war in 10 Fällen Asymmetrie deutlich erkennbar und bestand hauptsächlich in Grössendifferenzen der Furchungszellen und der Randstrahlen. Eine Symmetrieachse konnte gezogen werden und hatte zur Keimscheibe und zur Eiachse eine wechselnde Lage. In 24 Keimscheiben war eine Asymmetrie nur minimal und mit Mühe festzustellen. Häufig bestand sie darin, dass nur an einer kleinen Stelle die Furchungszellen und Randstrahlen kleiner waren. Eine Symmetrieachse konnte daher oft nicht mit Sicherheit gezogen werden. In bei weitem der Mehrzahl, nämlich in 41 Keimscheiben, war aber keine Asymmetrie mit einiger Sicherheit nachweisbar.

Auch Sobotta**) ist (bei der Eidechse) zu dem Resultate gekommen, dass er eine Exzentrizität,

*) L. c. S. 678. **) L. c. S. 577.

namentlich in der Anordnung der Randfurchen, nicht als konstante Erscheinung anerkennt, sondern für mehr zufällig hält.

Was schliesslich das Lageverhältnis der ersten Meridionalfurche zum Ei und zu der Lage des späteren Embryos betrifft, so habe ich oben schon ausgeführt, dass die Furche unter 7 Fällen 3mal senkrecht, 2mal sehr schräg, einmal parallel und einmal fast parallel zur längsten Eiachse gerichtet war. Vgl. Fig. 2a, 3a, 4a, 5a, 6a der Taf. I. Mithin macht sich auch hier schon unter einer so geringen Anzahl von Keimscheiben eine auffällige Variabilität bemerkbar. Besonders hinweisen möchte ich auf die Fälle mit der Längsachse des Eies paralleler Richtung der ersten Meridionalfurche. Die Abbildungen von Agassiz und Clark*) zeigen bei einer Schildkröte gleichfalls an dem von diesen Autoren als frühestes Stadium abgebildeten 8-Zellenstadium diesen der längeren Eiachse parallelen Verlauf der ersten Hauptfurche.

Auch innerhalb der länglichen Keimscheibe (vgl. Fig. 1, 2a, 3a und 5a) variiert bei der Kreuzotter die Richtung der Hauptfurche, wenn sie auch in der Mehrzahl der Fälle parallel dem Längsdurchmesser der Scheibe angetroffen wurde. Fig. 1, 3a, 5a.

Mit dieser Variabilität der Lage der ersten Furche stimmt die auch sehr variable Lage des Embryos am Ei einigermassen überein. Die Längsachse des Embryos kann senkrecht, schräg und parallel zum längsten Eidurchmesser stehen. Vgl. z. B. Fig. 170—172 der Taf. VII. Unter 100 länglichen Eiern mit Embryonen verschiedener Stadien bis zum Schluss des Amnios, welche ich daraufhin untersuchte, fand ich 47mal die Längsachse des Embryos quer, 42mal schräg und 11mal parallel zum längsten Eidurchmesser gerichtet. In direktem Widerspruche mit der Annahme, dass die Längsachse des Embryos in der Richtung der ersten Hauptfurche verläuft, stehen meine Befunde demnach nicht.

5. Die Furchung im Schnittbild.

Alle auf Taf. I und II im Flächenbilde dargestellten, im vorigen Kapitel näher beschriebenen Keimscheiben, sowie noch eine Anzahl anderer, meist in späteren Furchungsstadien befindlicher, wurden in Serien zerlegt und im Schnittbilde näher untersucht. Ich betone dies ausdrücklich, da es meiner Ansicht nach unerlässlich ist, dass die Oberflächenbilder der Furchungen durch das Schnittbild kontrolliert werden. Denn wie bekannt, deckt sich das Oberflächenbild durchaus nicht in jedem Falle mit der inneren Zusammensetzung des Keimes. Man beobachtet häufig, dass die Teilung der Furchungskerne schon weiter vorgeschritten ist, ohne dass es zur Zellteilung resp. Furchenbildung zwischen allen Kernbezirken gekommen ist. Auch lassen sich in den frühesten Stadien nur durch das Schnittbild bestimmte Anhaltspunkte dafür gewinnen, ob zuerst aufgetretene Furchen auch wirklich erste Hauptfurchen sind und nicht etwa vorausgeeilte Furchen höherer Ordnung. Ebenso ist es nur durch Untersuchung der Serien möglich, das Schicksal der Nebenspermiumkerne und die durch sie verursachten Einwirkungen aufzuklären. Ferner können im Oberflächenbilde sehr deutlich hervortretende Spaltbildungen, die aber keine Furchen sind, zu Täuschungen und Verwechslungen mit echten Furchen Veranlassung geben. Um nur ein Beispiel anzuführen, erhielt ich einmal von Pelias eine Keimscheibe mit einer einzigen exzentrisch gelegenen

*) L. c. Taf. X, Fig. 1—3.

Furche. Das Bild glich auffallend dem bekannten von von Kölliker abgebildeten ersten Furchungsstadium des Hühnereies. Allerdings liessen sich an der Oberfläche dieser Keimscheibe keine Paraspermium-Grübchen entdecken. Die Untersuchung der Serie, in welche die Keimscheibe zerlegt wurde, ergab nun, dass weder Furchungskerne noch Paraspermien vorhanden waren, vielmehr erwies sich die Keimscheibe als noch unbefruchtet. Der furchenähnliche Spalt war also ein lediglich durch die Behandlung entstandener Einriss gewesen.

Die genaue Untersuchung der langen Serien durch die grossen Keimscheiben mit stärkerer Vergrösserung ist recht zeitraubend und mühsam. Für die Schnittserien der Furchungsstadien benutzte ich nur das mit Eisessigsublimat behandelte Material. In der Umgebung der einzubettenden Scheiben liess ich stets noch eine Zone des grobkörnigen Dotters stehen. Da die Stückfärbung der infolge des Dottergehaltes stark fetthaltigen Präparate nicht immer nach Wunsch gelingt und mir bei dem kostbaren Material zu unsicher erschien, verfuhr ich bei der Tinktion in der Weise, dass ich die auf dem Objektträger aufgeklebten Serien 24 Stunden mit Boraxkarmin färbte und mit Salzsäure-Alkohol nachbehandelte. So gelingt es leicht, eine zuverlässige und ganz gleichmässig gute Färbung aller Serienschnitte zu erzielen. Die für die makroskopische Untersuchung der Furchenbilder benutzte Tinktion (siehe oben) war für mikroskopische Zwecke nicht ausreichend.

Ich habe die Serien mit wenigen Ausnahmen nur senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe geschnitten, da diese Schnittrichtung sich als die geeignetste erwies. Von den ersten Stadien fertigte ich mir nach den Serienschnitten Flächenrekonstruktionen auf Millimeterpapier an.

Beginnen wir mit der Untersuchung der Serien durch

A. Die ersten Furchungsstadien vom Erscheinen der ersten Furche bis zum Auftreten der Breitenfurchen.

a) Allgemein zusammenfassende Resultate.

In allen Keimscheiben dieser Furchungsepoche (Fig. 1—7 und 13 der Taf. I) finden sich zweierlei Kerne vor, echte Furchungskerne und Paraspermiumkerne. Beide sind nach ihrem Aussehen nicht immer deutlich und ganz sicher von einander zu unterscheiden. Anhaltspunkte für ihre Unterscheidung geben dann ihre Umgebung und ihre Lage innerhalb der Keimscheibe.

Die Anzahl der Nebenspermiumkerne in den einzelnen Keimscheiben und ihr Zahlenverhältnis zu den Furchungskernen ergibt sich aus der Tabelle auf nebenstehender Seite.

Wie die Tabelle zeigt, variiert die Anzahl der Paraspermiumkerne in den Keimscheiben sehr, ist aber fast immer recht ansehnlich. Die höchste Zahl, welche in diesen Stadien beobachtet wurde, war 34, die niedrigste 8. Diese Zahlen stimmen ziemlich genau mit den Befunden überein, welche Oppel*) an 12 Keimscheiben der Ringelnatter erhielt, die sich nach Ablauf der Befruchtungserscheinungen vor dem Auftreten der ersten Furche befanden und meist schon zwei Furchungs-

*) Oppel, Die Befruchtung des Reptilieneies. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 39, 1892.

kerne aufwiesen. Die von mir untersuchten Stadien schliessen sich also unmittelbar an die von Oppel beschriebenen an. Der genannte Autor zählte auch in seinen Präparaten meist zwischen 10 und 20 Nebenspermiumkerne, einmal über 20 (24), 2mal über 30 (31 und 37); 2mal waren allerdings auch nur 9 Kerne vorhanden.

	Keimscheibe	Anzahl der Furchungskerne	Anzahl der Paraspermiumkerne
1.	Fig. 5	2	13
2.	Furchungspräparat Nr. 61 (nicht gezeichnet, im Flächenbilde ähnl. der Fig. 1 der Taf. I)	2	29
3.	Fig. 6	2	14
4.	Fig. 4	3 (davon einer in Mitose [Knäuelstadium])	14 (davon 2 in Mitose)
5.	Fig. 1	4	25
6.	Fig. 2	4	34
7.	Fig. 3	4	14
8.	Fig. 7	5	19
9.	Fig. 13	10(—13?) (davon 3 in Mitose)	8

Das Aussehen der Furchungskerne in diesen Stadien ist ziemlich gleichförmig. Sie erscheinen kugelig, ellipsoid oder auch oval, seltener etwas unregelmässig, leicht eingeschnürt oder auch etwas höckerig und besitzen eine deutliche Kernmembran, ein lockeres, spärliches Chromatingerüst und meist ein grösseres, rundliches, intensiv gefärbtes Kernkörperchen. Ihre Grösse wechselt ein wenig und beträgt im Durchschnitt 0,010—0,016 mm. Sie liegen meist in der Nähe der Keimoberfläche und der Hauptfurchen, können sich aber von letzteren auch mehr entfernen. In ihrer Umgebung habe ich in den mit Boraxkarmin gefärbten Präparaten Verdichtungen des Protoplasmas und hellere Höfe, wie sie in den Blastomeren der späteren Stadien die Regel sind, nicht beobachtet. Vielmehr liegen die Furchungskerne hier einfach in die Substanz der Keimscheibe direkt eingebettet. Das Gleiche gilt für die in Mitose befindlichen Furchungskerne dieser Stadien.

Um so mehr wechselt das Aussehen der Paraspermiumkerne, welches in diesen Stadien geradezu proteusartig genannt werden muss.

Nicht selten sind allerdings auch diese Kerne kugelig und von ähnlicher Struktur wie die Furchungskerne; auch ein grösseres kugeliges Kernkörperchen fehlt ihnen nicht. Dann kann es völlig unmöglich werden, mit Bestimmtheit auszusagen, ob der vorliegende Kern ein Furchungskern oder ein Nebenspermiumkern ist, wenn man nicht die nächste Umgebung berücksichtigt. Gewöhnlich sind die Paraspermiumkerne aber etwas kleiner und häufig auch ein wenig stärker gefärbt.

Von dieser regulären, kugelförmigen Gestalt trifft man nun alle möglichen Abweichungen bis zur Form eines einfachen, kleinen, intensiv gefärbten, unregelmässigen Stäbchens. Die Kerne können oval,

länglich, wurstförmig werden, manche, besonders die grösseren, sind oft sehr unregelmässig und sehen wie zerknittert aus. Häufig sind an ihnen buckelartige oder bläschenförmige Ausbuchtungen oder auch tiefe Einschnürungen. Ich habe nicht selten zwei bis drei dicht nebeneinanderliegende, häufig ungleich grosse Kerne gefunden, die den Eindruck machen konnten, als seien sie durch direkten Zerfall eines Kernes entstanden. Bisweilen liegen Kernteile so dicht aneinander, dass es unmöglich ist, sicher zu entscheiden, ob sie noch zusammenhängen oder schon getrennt sind. In einigen Fällen hatte der Kern, infolge bläschenartiger Auftreibungen, das Aussehen einer förmlichen Kerndruse.

Auch die Färbung dieser Kerne variiert; die kleineren sind intensiver gefärbt, als die grösseren. Am intensivsten tingieren sich die kleinen unregelmässigen Stücke, welche durch ihre Gestalt an gequollene, in ihrer Form veränderte Spermiumköpfe erinnern. Wie Oppel schon erwähnt, kommen an den Nebenspermiumkernen auch Mitosen vor. Diese sind aber anscheinend nur spärlich und irregulär. Ich habe einige wenige Male Bilder erhalten, welche wohl nur als Mitosen von Nebenspermiumkernen gedeutet werden konnten; die Chromosomen waren hier aber sehr unregelmässig und besassen die Form ungleich grosser, intensiv gefärbter Stäbchen und Klümpchen.

Die Lage der Nebenspermiumkerne war innerhalb der Keimscheibe verschieden tief. Nicht selten, vor allem in den Randbezirken der Keimscheibe, trifft man sie ganz oberflächlich, meist aber gehören sie dem Grenzgebiet gegen den groben Dotter hin an. Im grösseren mittleren Teil der Keimscheibe sind sie am zahlreichsten und liegen hier unregelmässig ausgestreut. Aber auch ganz in der Nähe ihrer Peripherie habe ich sie, wenn auch seltener, beobachtet. In einer ganzen Reihe von Fällen traf ich als Nebenspermiumkerne zu deutende Kerne auch ganz ausserhalb der Keimscheibe in ihrer Nachbarschaft im groben Dotter dicht unter der Oberfläche des Eies an (siehe unten Kapitel V, Abschnitt 6).

Am meisten charakterisiert werden die Paraspermiumkerne durch die Beziehungen zu ihrer Nachbarschaft.

Ich kann für die Kreuzotter die Beobachtung von Oppel durchaus bestätigen, welcher bei der Ringelnatter und Blindschleiche zuerst nachgewiesen hat, dass die Nebenspermiumkerne oft unter kleinen Dellen oder grübchenartigen Vertiefungen liegen. Auch ich fand unter den oben im Flächenbild erwähnten Grübchen gewöhnlich je einen, seltener einige wenige (bis vier) Nebenspermiumkerne. Aber nicht allein unter den Grübchen, auch unter den eigentümlichen, von mir oben beschriebenen Nebenfurchen und dunklen Flecken liegen Spermiumkerne: die dunklen Verfärbungen werden bedingt durch Veränderungen der Struktur der Keimscheibensubstanz in der Nähe der Nebenspermiumkerne. Allerdings ist die Zahl dieser Grübchen und Flecken wohl stets geringer, als die Zahl der Kerne; die letzteren finden sich oft in der Keimscheibe vor, auch ohne ihre Anwesenheit durch solche äusserlich wahrnehmbaren Anzeichen zu verraten. Andrerseits habe ich Paraspermien unter den Flecken dann und wann auch vermisst.

In den Schnitten senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe nahmen sich die durch die Paraspermien verursachten Grübchen und Vertiefungen meist als kleine, trichter- oder auch kolbenartige, bisweilen unregelmässige, mit einem Gerinsel angefüllte Einsenkungen aus. Waren die Nebenfurchen getroffen, so glichen sie schmalen, furchenartigen, mehr oder weniger tiefen Spalten, welche meist nur wenigen Schnitten angehörten, sich nicht selten aber auch durch eine ganze Anzahl von Schnitten hinziehen konnten, mit den Hauptfurchen aber nicht oder nur ausnahmsweise in Verbindung traten. In der Nähe des Grundes dieser Einsenkungen und Spalten lag fast immer ein Paraspermiumkern oder eine kleine Gruppe davon.

Die im Flächenbilde beschriebenen Nebenfurchen habe ich daher oben schon als Paraspermiumfurchen bezeichnet. Bisweilen wurde beobachtet, dass die kernhaltige, etwas verdichtete Protoplasmapartie hügelartig in den erweiterten Grund der Einsenkungen und Spalten hineinragte. Auch Nicolas*) hat kürzlich an fünf Eiern der Blindschleiche, welche sich in den Furchungsstadien der ersten Meridional- resp. der Kreuzfurche befanden und 2 resp. 4 echte Furchungskerne aufwiesen, ähnliche Nebenfurchen beschrieben, in deren Grunde er je einen „bourgeon nucléé" auffand. Nicolas spricht sich über die Bedeutung seiner Befunde nicht aus; meiner Ansicht nach handelt es sich gleichfalls um Paraspermien.

Diese Befunde decken sich auch mit früheren Beobachtungen von C. F. Sarasin,**) welche Nicolas ebenfalls erwähnt. Die Fig. 23, 24, 31, 40 u. a., welche Sarasin auf Taf. 14 und 15 seiner Abhandlung von der Eidechse abgebildet hat, stellen meiner Ansicht nach um Paraspermien gebildete Protoplasmavorragungen in Paraspermienfurchen dar. Dass diese Hervorragungen sich bisweilen sogar abfurchen können, werden wir bei der Kreuzotter sehen. Damit stimmt überein, dass Sarasin sie häufiger im peripherischen Gebiete der Keimscheibe angetroffen hat und solche Furchen manchmal nur durch ein bis zwei Schnitte verfolgen konnte.***) Sarasin hat diese isolierten Hervorragungen als eine besondere Bildungsart von Furchungszellen aufgefasst, wie er denn „die Furchung des Eidechseneies als einen höchst unregelmässig verlaufenden Knospungsprozess ansieht, durch welchen Stücke von sehr wechselnder Grösse von ihrer Unterlage abgeschnürt werden".†)

Aber nicht allein im Grunde dieser Nebenfurchen, sondern auch bisweilen im Grunde der echten Furchen selbst traf ich Paraspermiumkerne. In der Meridionalfurche der Fig. 2 (vgl. Textfig. 4) lagen sogar zwei, in der einen Hauptfurche der Fig. 3 (vgl. Textfig. 5) nur einer. Auch in späteren Furchungsstadien erhielt ich ähnliche Befunde, z. B. in Fig. 12, 16 und 37.

Die Paraspermiumfurchen und das Vorkommen der Paraspermien im Grunde echter Furchen scheinen mir ein ganz besonderes allgemeines Interesse darzubieten und ein Licht auf die entwickelungsmechanischen Verhältnisse innerhalb der Keimscheibe zur Zeit der Furchung zu werfen. Ich möchte annehmen, dass infolge der Zellteilung der Furchungskerne innerhalb der Keimscheibe Oberflächenspannungen entstehen und dass diese Oberflächenspannungen der Anlass für die Spaltbildung der Paraspermiumfurchen sind, die sich dort ausbilden, wo infolge des Eindringens der Spermien und der dadurch hervorgerufenen Modifikationen der Keimscheibensubstanz weniger resistente Stellen gegeben werden. Dadurch erklärt sich wohl auch der auffallend radiäre Verlauf vieler dieser Paraspermiumfurchen in der Keimscheibe der Otter, worauf oben aufmerksam gemacht wurde. Wenn sich nun die echten Furchen zwischen den Furchungskernen bilden, so werden diese wohl hier und da leicht mit benachbarten Paraspermiumfurchen zusammenfliessen können, sie werden die durch die Paraspermien verursachten nachgiebigeren Stellen der Keimscheibenoberfläche gewissermassen benutzen, um in dieselben einzuschneiden, falls beide derselben

*) A. Nikolas, Contribution à l'étude de la segmentation de l'oeuf des Reptiles. Cinquantenaire de la Société de Biologie. Volume jubilaire publié par la Société 1899.

**) C. F. Sarasin, Reifung und Furchung des Reptilieneies. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut zu Würzburg, herausgegeben von Semper. Bd. VI. 1883.

***) L. c. S. 199.

†) L. c. S. 205.

Spannungsrichtung entsprechen. Dadurch erklärt sich, dass Paraspermien auch im Grunde echter Furchen, sogar der ersten Hauptfurchen (vgl. Textfig. 4 und 5) angetroffen werden. Die Protoplasmamodifikationen an den Lagestätten der Paraspermiumkerne können mithin in gewissem Sinne auf die Richtung der Furchen einwirken. Vielleicht finden hierdurch auch die grosse Unregelmässigkeit und Mannigfaltigkeit des Furchungsbildes dieser polyspermen Keimscheiben, wenigstens zum Teil, ihre Erklärung.

Am Grunde der Einsenkungen und in der Nähe der kernhaltigen Stellen war der Dotter oft etwas zusammengeballt, sodass ein wenig stärker gefärbte, eigentümliche, scherbenartige Bildungen entstanden.

An der Oberfläche konnten die Einsenkungen und breiteren Nebenfurchen durch eine weniger färbbare Substanz verschlossen sein, welche dann die oben erwähnten weisslichen Striche in den Flecken des Flächenbildes hervorrief. Andererseits wurden diese Striche auch dadurch bedingt, dass die Ränder der Spalten sich aneinandergelegt hatten, während in der Tiefe die Spalten mehr oder weniger klafften.

Weit häufiger als Einsenkungen und Nebenfurchen traf ich in den Schnitten dunkle, schmale, oft etwas unregelmässig verlaufende Streifen an, welche wie eine Strasse von der Keimscheibenoberfläche zum Paraspermiumkerne hinzogen. Die Substanz dieser Streifen hing mit der meist etwas intensiver gefärbten, dünnen, protoplasmatischen Rindenzone (siehe oben dieses Kapitel Abschnitt 3) zusammen und war ebenso stark gefärbt. Sie ruft die oben von mir geschilderten dunkeln Flecken und Stippchen des Oberflächenbildes hervor. Ich denke mir, dass sie den Weg bezeichnet, welchen das Paraspermium im Ei genommen hat, und dadurch entstanden ist, dass infolge des Durchtrittes des Spermiums und dessen teilweiser Auflösung die Zusammensetzung des umliegenden Eiprotoplasmas modifiziert wurde. Der zu jedem Streifen gehörige Paraspermiumkern lag meist neben seinem unteren Ende oder direkt darunter. Schon Oppel (l. c.) hat diese „Strassen" erwähnt. Die oben beschriebenen Einsenkungen und Spalten traten gewöhnlich innerhalb solcher Streifen auf.

Ausserdem fand sich in der Nähe der Paraspermiumkerne sehr häufig eine grössere oder kleinere Vakuole und zwar an solchen Stellen, an welchen eine Einsenkung oder ein Spalt nicht bestand; sie konnte aber auch da sein, wenn letztere vorhanden waren. Die Form der Vakuole war kugelig, birnförmig oder auch unregelmässig. Im Innern lag meist ein Gerinnsel. Ganz in ihrer Nähe, ja häufig direkt in ihrer Wandung sass mit Vorliebe der zugehörige Paraspermiumkern. Ob diese Vakuole aus einer Einsenkung oder Paraspermiumfurche durch Abschnürung hervorgeht oder ob sie umgekehrt die Vorstufe einer sich bildenden Paraspermiumfurche darstellt, vermag ich nicht zu entscheiden. Vielleicht ist beides der Fall, vielleicht kann sie auch für sich neben dem Paraspermiumkern entstehen.

Nicht minder charakteristisch für den Sitz der Nebenspermiumkerne war in meinen Präparaten dieser Stadien eine merkwürdige Auflockerung des grobkörnigen Dotters zentral von der Kerngegend. Hier wurden die Dotterkörner spärlicher, sodass das protoplasmatische Gerüst mehr isoliert hervortrat. Die Auflockerung ging meist so weit, dass eine mehr oder weniger grosse Lücke entstand. In sie ragte die Kerngegend in den Schnitten gewöhnlich als kegelförmiger oder dreieckiger Fortsatz hinein. Das war sehr häufig auch der Fall, wenn in der Nachbarschaft des Paraspermiumkernes eine Vakuole oder eine zuführende Strasse resp. Kanal fehlten. Man kann darüber Zweifel hegen, ob die erwähnte Lücke von vornherein im Ei vorhanden war oder nicht vielmehr erst infolge der Behandlung entstanden ist. Denn es ist zu bedenken, dass ich die Eier in toto fixiert und gehärtet habe. Dabei

können im Innern des Eies unter der Keimscheibe Spannungen entstanden sein, welche zur Entstehung der Lücke führten. Es wäre auch denkbar, dass die den Paraspermiumkern umgebende Eisubstanz bei der Behandlung des Präparates stärker geschrumpft ist als der grobkörnige Eidotter der Nachbarschaft und sich dadurch von ihm retrahiert hat.

Der Streifen, die Vakuole und die Lückenbildung waren für die Anwesenheit eines Paraspermiumkernes in meinen Keimscheiben so bezeichnend, dass ich schon immer vorher wusste, dass bald ein Spermiumkern kommen würde, wenn ich beim Studium der Serienschnitte einem dieser Dinge begegnete. Allerdings habe ich auch mehrmals Streifen, Vakuolen und Lücken angetroffen, ohne in ihrer Nähe den nach meiner Vermutung dazu gehörigen Nebenspermiumkern finden zu können. Andererseits konnte ich auch wiederholt Paraspermiumkerne nachweisen, welche einfach und unvermittelt in der Keimscheibensubstanz lagen, ohne ihre Anwesenheit durch die geschilderten Eigentümlichkeiten ihrer Umgebung zu verraten.

Fast jeder Nebenspermiumkern wird schliesslich noch zentrisch oder exzentrisch umgeben von einer meist deutlich hervortretenden, dichteren, feinkörnigen Protoplasmamasse, welche sich auch ein wenig mehr färbt, als die Umgebung. Oppel und Nicolas haben sie schon beschrieben. Die von diesen Autoren geschilderte Strahlung innerhalb dieser Protoplasmamasse war in meinen Präparaten nicht sehr ausgesprochen. —

b) Spezielle Untersuchungen.

Im folgenden will ich die Befunde aufführen, welche ich bei dem Studium der Serienschnitte an jeder einzelnen der oben im Flächenbilde von mir beschriebenen Keimscheiben erhielt. Dabei berücksichtige ich hauptsächlich die Furchungs- und Paraspermiumkerne, sowie ihr Verhalten zu der Keimscheibe und den Hauptfurchen. Gute Dienste leisteten mir hierbei die Flächenbilder, welche ich durch Rekonstruktion aus den Serienschnitten erhielt.

Keimscheibe Fig. 5.

Es liessen sich zwei in Ruhe befindliche Furchungskerne nachweisen, jederseits von der Hauptfurche je einer; der eine lag in grösserer Entfernung von der Hauptfurche.

Die in der Nähe der Mitte der Keimscheibe parallel ihrer Längsachse hinziehende Furche ist also die erste Meridionalfurche.

In der Nähe des einen Endes dieser Hauptfurche lag in etwas stärker gefärbtes Protoplasma eingebettet, unmittelbar unter dem Furchenspalt ein kleiner, intensiv tingierter, obstkernförmiger Paraspermiumkern.

Ausser dieser Furche war in den Schnitten noch eine zweite kurze Spalte vorhanden, welche der in der Nähe der Mitte der Scheibe befindlichen Querspalte des Flächenbildes entsprach, aber ausser Beziehung zu einem Nebenspermiumkern stand; wenigstens konnte in ihrer Nähe keiner gefunden werden.

Die in der Zahl von 13 vorhandenen Paraspermiumkerne waren unregelmässig auf den mittleren Teil der Keimscheibe ausgestreut, zum Teil mit den 7 Flecken des Flächenbildes sich deckend. Zweimal lagen 2 dicht nebeneinander, von welchen das eine Paar mit einem nur wenig entfernten Kern eine kleine Gruppe bildete.

Die meisten der Nebenspermiumkerne fielen in dieser Keimscheibe durch ihre Kleinheit, unregelmässige Form und intensive Färbung auf.

Sechsmal schienen sie aus ziemlich kompaktem, sehr intensiv glänzendrot gefärbtem Chromatin zu bestehen, welches die Form etwas unregelmässiger, länglicher, stäbchenartiger Gebilde besass; sie erinnerten in ihrem Aussehen ausserordentlich an etwas modifizierte, gequollene Spermiumköpfe. Dreimal schien in der Nähe des Kerns noch eine Art Anhang zu liegen, über welchen sich aber an den Boraxkarminpräparaten nichts Näheres eruieren liess.

Die übrigen Kerne waren mehr rundlich oder unregelmässig.

Alle befanden sich ganz in der Nähe von Vakuolen, zu welchen sich meist eine Strasse von der Oberfläche der Keimscheibe aus verfolgen liess.

Diagnose: erste Meridionalfurche; zwei Furchungskerne in Ruhe, zu jeder Seite der Furche je einer; ausserdem 13 Nebenspermiumkerne.

Keimscheibe Furchungs-Präparat Nr. 61
(auf der Tafel nicht abgebildet).

Diese Keimscheibe glich in ihrem Oberflächenbilde sehr der Fig. 1, war aber nicht elliptisch, sondern kreisrund von 5 mm Durchmesser. Ziemlich genau in der Mitte befand sich eine spaltförmige, deutliche Furche, welche nicht ganz so lang war als die der Fig. 1. Um die Furche herum zählte ich 10 dunkle, zum Teil mit kleinen Vertiefungen versehene Flecken, in ähnlicher, unregelmässig zirkulärer Verteilung wie in Fig. 1. Eine Vertiefung war besonders deutlich, etwas gebogen furchenartig. Die länglichen Flecken zeigten auch hier eine radiäre Stellung in der Keimscheibe.

Neben der Furche und zwar ganz in ihrer Nähe befand sich auf jeder Seite je ein grosser Furchungskern in Ruhe; beide lagen in nur geringer Entfernung von der Oberfläche.

Ausserdem zählte ich 29 Paraspermiumkerne. Die meisten zeigten eine rundliche oder etwas längliche Gestalt, die andern waren unregelmässig, bisweilen wie zerknittert, nur einer sah mehr wurstförmig aus. Bis auf zwei waren alle durch ihre Beziehungen zur Nachbarschaft wohl charakterisiert. Entweder lagen sie in der Nähe von Grübchen oder furchenartigen, kurzen, nur in wenigen aufeinanderfolgenden Schnitten nachweisbaren Spalten (hierzu gehörte auch der oben erwähnte gebogene Spalt); oder sie befanden sich in der Wandung charakteristischer Vakuolen, oder in den dotterwärts gegen Lücken vorspringenden Erhebungen. Einmal traf ich in einer solchen Erhebung zwei durch einen kleinen Zwischenraum deutlich von einander getrennte Kerne.

Nur zwei Kerne machten eine Ausnahme, indem sie ohne derartige Beziehungen waren und auch kein dichteres Protoplasma in ihrer Umgebung besassen. Dadurch erinnerten sie an Furchungskerne. Der eine davon war klein, unregelmässig und sah wie geschrumpft aus; er befand sich an der äussersten Peripherie der Keimscheibe. Der zweite, etwas grösser und regelmässiger, zeigte zwar in dem Schnitt, in welchem er lag, weder Strasse noch Vakuole, wenige Schnitte davon entfernt tauchte aber eine Lücke auf, welche sehr wahrscheinlich zu diesem Kern gehörte. Unzweifelhaft sind auch diese beiden Kerne als Nebenspermiumkerne anzusprechen.

Diagnose: erste Meridionalfurche ausgebildet; zwei ruhende Furchungskerne, je einer zu jeder Seite der Furche; 29 Paraspermiumkerne.

Keimscheibe Fig. 6.

In der kreisrunden Keimscheibe ist eine Furche sichtbar, ausserdem sind 11 dunklere, zum Teil leicht vertiefte Flecken vorhanden, von denen die länglichen eine radiäre Stellung zeigen.

Ziemlich in der Mitte der Keimscheibe befanden sich in der Serie 2 grosse, bläschenförmige, mit grossen Kernkörperchen versehene Furchungskerne, von denen je einer zu jeder Seite der Furche und in geringem Abstand von ihr lag. Die beiden Kerne waren noch in grosser gegenseitiger Nähe: in der senkrecht zur Furche geschnittenen Keimscheibe wurden sie in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten (Schnitt 102 und 103) gefunden.

Auch hier handelt es sich im Flächenbilde also um die erste Meridionalfurche.

Den dunkleren Flecken entsprachen der Lage nach 14 Paraspermiumkerne, von denen zweimal je zwei in geringer Entfernung nebeneinanderlagen. Zweimal war ausserdem ein Nebenspermiumkern tief eingeschnürt, sodass er fast wie in zwei Kerne zerlegt erschien. Im übrigen war die Form aller dieser Kerne im Gegensatz zu der Form der Furchungskerne sehr unregelmässig; manche sahen wie zerknittert aus, andere waren wieder mit bläschenartigen Buckeln mehr oder weniger besetzt.

Nur ein Kern verhielt sich anders, er war rundlich, regelmässig, fast so gross wie ein Furchungskern und besass auch ein grosses Kernkörperchen. Seine Lage in der Keimscheibe war ziemlich nahe ihrer Peripherie. Während die anderen Nebenspermiumkerne dieser Keimscheibe ausnahmslos charakterisiert waren entweder durch einen furchenartigen, bisweilen grübchenförmig erweiterten Spalt, der in dem Oberflächenbild als kleiner Radiärstreif erschien, oder durch eine Vakuole, oder eine grössere Lücke in ihrer Nachbarschaft, befand sich in der Nähe dieses Kernes nichts von alledem; vielmehr lag er in geringer Entfernung von der Oberfläche direkt in das Protoplasma eingebettet, wodurch er sehr an einen Furchungskern erinnerte. Ich glaube aber doch, dass schon mit Rücksicht auf seine weit gegen die Peripherie der Keimscheibe vorgeschobene Lage auch er einen Nebenspermiumkern darstellte, welcher noch wenig verändert war.

Diagnose: erste Meridionalfurche allein ausgebildet, zu jeder Seite derselben je ein Furchungskern; 14 Paraspermiumkerne.

Keimscheibe Fig. 4.

Die kreisrunde Keimscheibe zeigt in ihrer Mitte eine Meridionalfurche, ausserdem noch 3 furchenartige Spalten, von denen zwei in dunkleren Flecken liegen; daneben ist nur noch ein grösserer, dunkler Fleck in der Nähe der Meridionalfurche vorhanden.

Die Untersuchung der Serie ergab zunächst das Vorhandensein eines Furchungskernes im Knäuelstadium; das Spirem lag zur Seite der einen Furche und in ihrer Nähe. Die intensiv gefärbten Fäden des Spirems liessen sich sehr deutlich unterscheiden; ein heller Hof war nicht vorhanden.

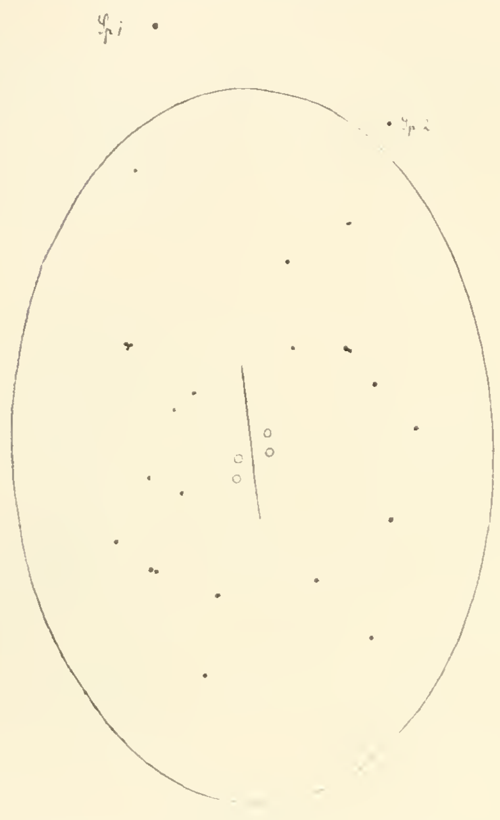
Ausserdem fand ich in der Serie noch zwei weitere Kerne, welche auf der andern Seite der Hauptfurche lagen und nach ihrem Aussehen und ihrem Verhalten zur Nachbarschaft unzweifelhafte Furchungskerne waren. Sie befanden sich in grösserer Entfernung von der Furche, als das Spirem; auch lag zwischen ihnen selbst eine grössere Distanz.

In Ruhe befindliche Nebenspermiumkerne zählte ich 12 Stück. Alle waren mit einer einzigen Ausnahme, bei welcher der kleine Kern eine rundliche Form besass und intensiv gefärbt war, sehr unregelmässig gestaltet und in der Nähe von Spalten, resp. von Vakuolen und Lücken situiert. Einmal befanden sich zwei Kerne dicht bei einander.

Ferner sah ich an zwei Stellen in verschiedenen Schnitten Zusammenlagerungen von intensiv gefärbten (Chromatin) Klümpchen und fadenartigen Stäbchen, zwischen welchen Fäden ausgespannt zu sein schienen. Das Bild erinnerte an irreguläre Mitosen und machte auf mich den Eindruck, dass hier nicht typisch zur Ausbildung gelangte Mitosen von Nebenspermiumkernen vorlagen.

Hervorzuheben ist, dass in dieser Keimscheibe auch Mitose des einen Furchungskernes bestand. Dieser Befund erinnert an die Mitteilungen Rückerts, wonach die Nebenspermiumkerne in der Keimscheibe der von ihm untersuchten Selachier sich isochron mit den Furchungskernen mitotisch teilen. Allerdings erstreckte sich bei den Selachiern der Teilungsprozess auf alle Kerne der Keimscheibe, während in dieser Kreuzotterkeimscheibe nur einige wenige Kerne davon ergriffen waren.

Diagnose: erste Meridionalfurche vorhanden: 3 Furchungskerne, davon 2 auf der einen Seite der Furche in Ruhe, der dritte, auf der andern Seite der Furche gelegen, in Mitose (Spirem); 14 Paraspermiumkerne, wovon 2 in Mitose.



Textfig. 3.

Rekonstruktionsbild der Lage der Kerne und der Hauptfurche in der Keimscheibenfläche nach den Befunden in den Serienschnitten. Die Kerne sind im Verhältnis zu gross gezeichnet, um sie deutlicher hervortreten zu lassen. Besonders gilt dies für die Furchungskerne, welche als kleine Kreise gezeichnet wurden, um sie von den als dunkle Pünktchen angegebenen Paraspermiumkernen leicht unterscheidbar zu machen. Das Gleiche hat auch für die Textfig. 4 und 5 Geltung. Sp 1 und Sp 2 ausserhalb der Keimscheibe im Dotter befindliche Paraspermiumkerne.

Keimscheibe Fig. 1.

Hierzu Textfig. 3.

In der Mitte der länglichen Keimscheibe sieht man eine parallel dem langen Durchmesser der Scheibe verlaufende Furche, sowie 11 zum Teil vertiefte, meist radiär gerichtete Spalten und Stippchen.

Beim Studium der Serie fand ich 4 Furchungskerne in Ruhe und zwar auf jeder Seite der Hauptfurche und in geringer Entfernung von ihr je ein Paar. (Textfig. 3.) Die Paarlinge waren nur durch einen geringen Zwischenraum von einander getrennt, rechts wie links befanden sich nur 4 Querschnitte zwischen ihnen. Verbindet man die 4 Kerne durch Linien miteinander, so erhält man ein schräg gestelltes Parallelogramm, eine Stellung der Furchungskerne, welche auch Rückert*) bei den Selachiern beobachtet hat.

Von einer zweiten Meridionalfurche liess sich zwischen ihnen noch nicht die geringste Andeutung wahrnehmen.

Die Zahl der Nebenspermiumkerne war in dieser Keimscheibe beträchtlich, nämlich 25. Meist

*) L. c. S. 617.

waren sie klein, unregelmässig geformt und intensiv gefärbt. Ein Kern war auffällig länglich, zweimal lagen je 2, einmal 3 nebeneinander. Alle befanden sich in der Nähe von Spalten, Vakuolen oder Lücken.

Nur 2 Kerne, welche ich den 25 Nebenspermiumkernen zugezählt habe, machten hiervon eine sehr beachtenswerte Ausnahme: sie lagen nämlich ganz ausserhalb der Keimscheibe. Der eine (Sp 1 der Textfig. 3) steckte besonders weit davon entfernt im grobkörnigen Dotter, der zweite (Sp 2 der Textfig. 3) befand sich in grösserer Nähe im Bereich des hellen, die Keimscheibe umgebenden Saumes. Beide lagen ziemlich dicht unter der Oberfläche des Eies und wurden nur von einer sehr geringen Menge nicht besonders gefärbten Protoplasmas umgeben, an welches die grossen Dottertröpfchen unmittelbar anstiessen. Weder eine Strasse noch ein Spalt noch eine Vakuole oder dergleichen war in ihrer Nähe vorhanden. Sie besassen eine etwas ovale, regelmässige Form und ein deutliches Kernkörperchen, waren 0,012 mm gross und glichen den Nebenspermiumkernen alsbald nach ihrer Umwandlung aus Spermiumköpfen in den früheren Befruchtungsstadien. Ich stehe daher nicht an, sie als Nebenspermiumkerne anzusprechen. Jedenfalls beweist dieser Befund, dass auch ausserhalb der Keimscheibe gelegentlich Spermien in das Ei eindringen und sich dann hier im Dotter in Nebenspermiumkerne umwandeln. Sie scheinen im Dotter aber nicht weit vordringen zu können, da sie oberflächlicher gelegen waren als die Nebenspermiumkerne in der Keimscheibe selbst. Da ich von dieser Lagerung von Paraspermien ausserhalb der Keimscheibe noch andere Fälle beobachtete, werde ich hierauf in Abschnitt 6 dieses Kapitels noch zurückkommen.

Diagnose: erste Meridionalfurche: 4 Furchungskerne in Ruhe, je 2 auf jeder Seite der Furche und einander noch genähert; zweite Meridionalfurche noch nicht angedeutet; 25 Nebenspermiumkerne, davon 2 ganz ausserhalb der Keimscheibe im groben Dotter.



Textfig. 4.

Rekonstruktionsbild der Lage der Kerne und der Hauptfurchen in der Keimscheibenfläche nach den Befunden in den Serienschnitten. — Zwei Paraspermiumkerne im Boden der ersten Hauptfurche.

Keimscheibe Fig. 2.

Hierzu Textfig. 4.

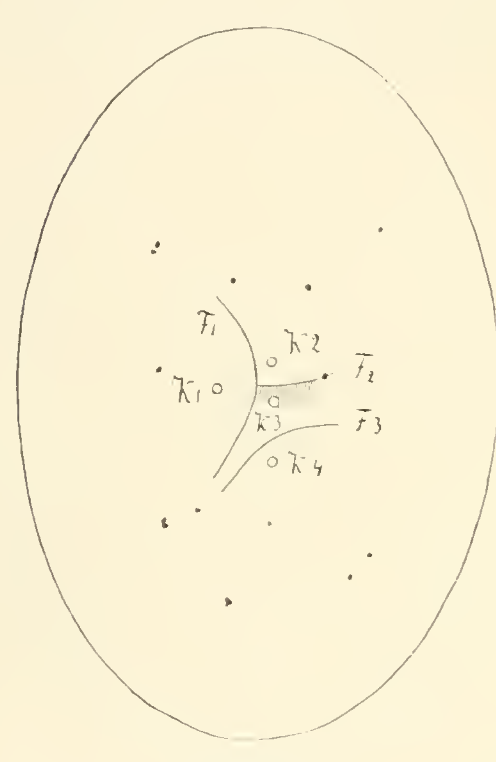
In dieser Keimscheibe liessen sich 4 ruhende Furchungskerne feststellen. Zwei davon lagen links oben, die beiden andern rechts unten von der Hauptfurche, welche schräg von rechts oben nach links unten durch die Mitte der Keimscheibe zieht. Von den beiden letzteren befand sich einer oberhalb, der andere unterhalb der zweiten Furche, welche mit der Mitte der ersten zusammenstösst. Daraus ist zu schliessen, dass die grössere Furche die erste völlig ausgebildete Meridionalfurche darstellt, während die zweite Meridionalfurche nur erst rechts zwischen den beiden rechts von der Hauptfurche gelegenen Kernen zur Ausprägung gekommen ist. Links war sie noch nicht angedeutet.

Nebenspermiumkerne waren sehr viele, nämlich 34 nachweisbar, obwohl gerade in dieser Keimscheibe ausser den geschilderten Furchen nur noch 2 kleine spaltenartige Vertiefungen im Flächenbild erschienen (vgl. Fig. 2 der Taf. II); die Keimscheibe war bei ihrer Untersuchung im Flächenbilde wohl

schon zu sehr entfärbt gewesen. Die Kerne waren von verschiedener Grösse und Form, bisweilen gross, sehr unregelmässig, wie zerknittert, meist aber nur klein, mehr rundlich oder oval. Sie befanden sich in der Mehrzahl in der Nähe von grossen Lücken und Vakuolen, hier und da auch von Strassen und Spalten. Viermal lagen 2 Kerne dicht nebeneinander, einmal 3 und einmal 4. Der letztere Fall bietet deswegen ein besonderes Interesse, weil sich die 4 Kerne am Ende eines etwas gebogenen, klaffenden Ganges befanden, welcher der unteren Radiärspalte im Flächenbilde entsprach und an seiner Oberfläche ein isoliertes, kernloses, mit feinen Dottertröpfchen durchsetztes Stück Protoplasma enthielt.*) Die vier Kerne waren, wie alle Paraspermiumkerne dieser Keimscheibe, von intensiv gefärbtem Protoplasma umgeben.

Schliesslich muss ich noch hervorheben, dass im Boden der ersten Meridionalfurche in ihrer oberen Hälfte an einer etwas erweiterten Stelle derselben zwei Nebenspermiumkerne eingebettet lagen (vgl. Textfig. 4); neben ihnen befand sich noch die charakteristische Vakuole.

Diagnose: vier Furchungskerne in Ruhe; erste Meridionalfurche vollkommen ausgebildet, zweite Meridionalfurche (Furche zweiter Ordnung) nur rechts zwischen den Paarlingen des einen Kernpaares durchgeschnitten, links dagegen im Bereich des zweiten Kernpaares noch keine Andeutung der zweiten Hauptfurche; 34 Nebenspermiumkerne, 2 davon im Boden der ersten Hauptfurche.



Textfig. 5.
Rekonstruktionsbild der Lage der Kerne und der Hauptfurchen in der Keimscheibenfläche nach den Befunden in den Serienschnitten. — K 1, K 2, K 3 und K 4 Furchungskerne; F 1, F 2 und F 3 Hauptfurchen. Im Boden der Hauptfurche F 2 an ihrem rechten Ende ein Paraspermiumkern. Das schraffierte Feld bezeichnet die Ausdehnung der beginnenden tangentialen Furchung.

Keimscheibe Fig. 3.

Hierzu Textfig. 5.

An diesem Präparat deckt sich das Oberflächenbild der Fig. 3 auf Taf. I nicht ganz mit der durch Rekonstruktion aus den Serienschnitten gewonnenen Textfig. 5.

Das Rekonstruktionsbild wird, obwohl sich nur 4 ruhende Furchungskerne nachweisen liessen, schon etwas komplizierter, vornehmlich dadurch, dass auch die tangentiale Abfurchung bereits beginnt.

Im Oberflächenbilde (Fig. 3) sind nur eine zentralwärts stark eingeknickte Meridionalfurche (= F 1 der Textfig. 5) und eine Kalottenfurche (= F 3 der Textfig. 5) sichtbar, ausserdem noch 5 dunklere Flecken.

In der Serie lässt sich aber noch eine dritte, sehr deutlich ausgeprägte Furche (F 2 der Textfig. 5) nachweisen. Sie entspricht der Lage nach in dem Flächenbilde der Mitte des birnförmigen, breiten

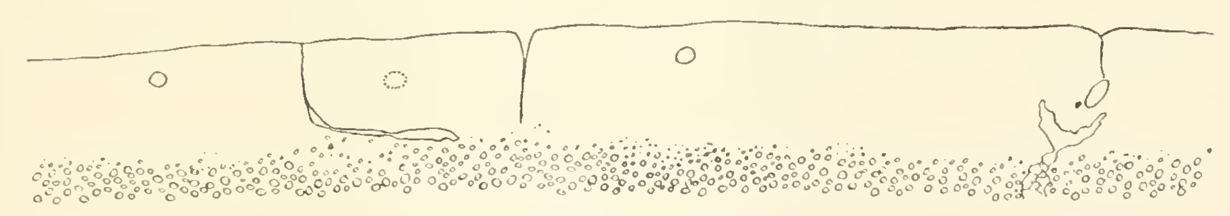
*) Ähnliche, teilweise oder auch ganz abgeschnürte, rundliche, kernlose Protoplasmaklümpchen habe ich auch in andern Keimscheiben einige wenige Male in besonders weiten Paraspermium-Einsenkungen und Furchen angetroffen. Es ist mir zweifelhaft geblieben, ob diese Klümpchen nicht infolge der Behandlung zur Abschnürung gekommen waren.

Fleckes, welcher von der Mitte der Meridionalfurche nach rechts ziemlich parallel der Kalottenfurche hinzieht: in ihm war bei Lupenuntersuchung die Furche aber noch nicht zu erkennen.

Wie die Textfig. 5 zeigt, sind die Kerne nun so verteilt, dass einer links von der Mitte der Meridionalfurche (K 1) liegt, ein zweiter (K 2) rechts etwas oberhalb der Mitte dieser Furche. Die beiden anderen Kerne (K 3 und K 4) befinden sich an der Kalottenfurche, je einer oberhalb und unterhalb derselben. Die letzten 3 Kerne liegen in einer parallel der Längsachse der Keimscheibe verlaufenden geraden Linie.

Es fragt sich nun, wie die Furchen und Kerne in der Reihenfolge ihres Entstehens zu deuten sind. Mir erscheint die folgende Auffassung als die wahrscheinlichste; vgl. Textfig. 5. Die längste, annähernd in der Längsachse der Keimscheibe verlaufende Furche F 1 ist die erste Meridionalfurche: von den beiden rechts und links von ihr gelegenen ersten Furchungskernen ist der linke in Ruhe verblieben, während der rechte durch Teilung K 2 und K 3 oder richtiger den Stammkern von K 3 aus sich hat hervorgehen lassen. Die zwischen den beiden Kernen in Entstehung begriffene Furche ist die zweite rechte Meridionalfurche (Furche zweiter Ordnung). Furchungskern 3 hat sich sodann wieder geteilt und K 4 entstehen lassen; zwischen K 3 und K 4 ist darauf die eine Kalottenfurche (F 3) als Furche dritter Ordnung durchgeschnitten. Wäre dem so, so wären zwei Teilungen des rechts neben der ersten Meridionalfurche ursprünglich gelegenen Kernes der Teilung des links davon befindlichen Kernes vorausgeeilt, welch letzterer in ein Teilungsstadium überhaupt noch nicht eingetreten ist. Auch K 2 ist gegen K 3 zurückgeblieben. Dass derartige Ungleichheiten im Auftreten der ersten Kernteilungen vorkommen, dass die Teilungen der beiden ersten Furchungskerne nicht synchron erfolgen müssen, hat uns schon das Studium der Serien der Fig. 4 gelehrt (siehe oben).

Eine andere Auffassung wäre die, F 2 als erste Meridionalfurche anzusehen. Alsdann könnte K 1 aus K 2 und K 4 aus K 3 durch Teilung entstanden sein. F 2 würde alsdann die erste und F 1 die zweite Meridionalfurche sein. Auffällig wäre dabei nur, dass F 2 alsdann so kurz und unvollständig geblieben ist. Für die Auffassung, dass F 2 die ältere Meridionalfurche sei, könnte der Umstand verwertet werden, dass von F 2 aus schon die tangentiale Furchung begonnen hat.



Textfig. 6.

Schnitt parallel der Längsachse der Keimscheibe durch die Kerne K 2 und K 4 der Textfig. 5. Der Kern K 3 fiel nicht mehr in den Schnitt und ist daher punktiert angegeben; unter ihm Beginn der tangentialen Furchung. Rechts im Schnitt ein als schwarzer Punkt gezeichneter Paraspermiumkern; in seiner Nähe eine Lücke, eine Vakuole, eine Protoplasmastrasse und eine Oberflächendelle.

Textfig. 6 stellt den Serienschnitt dar, welcher parallel der Längsachse der Keimscheibe durch K 2 und K 4 der Textfig. 5 gefallen ist; der Kern K 3 ist in diesem Schnitt nicht mehr mitgetroffen, gehörte vielmehr dem nächsten Schnitte an und wurde daher in Textfig. 6 nur punktiert eingetragen. Der Furche F 2 der Textfig. 5 entspricht die linke Furche des Schnittes, F 3 seiner rechten Furche. Man sieht nun, wie in dem Schnitt die Furche F 2 sich umbiegt und eine Strecke weit parallel der

Oberfläche an der Grenze gegen den groben Dotter hin verläuft, sodass das mittlere kernhaltige Stück schon zum Teil tangential abgefurcht wird. Die Ausdehnung dieses tangential abgefurchten Stückes ist im Flächenbild der Textfig. 5 durch parallele Schraffierung angegeben. Ausserdem ist in dem Schnittbild der Textfigur ganz rechts noch ein kleiner, intensiv gefärbter Paraspermiumkern enthalten, in dessen Nachbarschaft Lücke, Vakuole, Strasse und dellenartige Einsenkung zu erkennen sind.

Nebenspermiumkerne liessen sich 14 von verschiedener Grösse und meist unregelmässiger Form feststellen. Auch befanden sie sich meist in der Nähe von Lücken oder Vakuolen. Einmal lagen 2 Kerne nebeneinander, ein anderes Mal sah ein Paraspermiumkern wie 3blasig aus.

Auch in diesem Präparat konnte ich einmal konstatieren, dass ein Nebenspermiumkern im Grunde einer Hauptfurche direkt in deren Boden lag. Siehe in der Textfig. 5 das rechte Ende der Furche F 2.

Diagnose: vier ruhende Furchungskerne; zwischen ihnen 2 Meridionalfurchen, wovon aber nur die eine (wahrscheinlich erste) vollständig ausgebildet ist, ferner eine Kalottenfurche (Furche dritter Ordnung); beginnende Tangentialfurchung; 14 Nebenspermiumkerne, einer davon im Boden einer Hauptfurche.

Keimscheibe Fig. 7.

Das Furchungsbild der Oberfläche setzt sich nach der oben S. 35 von mir gegebenen Deutung aus den sich kreuzenden Meridionalfurchen und einer Kalottenfurche (unten rechts) zusammen. Hiermit steht der Befund in den Serienschnitten im Einklange. Es liessen sich mit ziemlicher Sicherheit fünf Furchungskerne feststellen, von welchen vier den Quadranten zwischen den Meridionalfurchen entsprachen, sich aber in verschiedener Entfernung von dem Schnittpunkte der Hauptfurchen befanden. Der fünfte Kern lag unterhalb, d. h. jenseits der Kalottenfurche. Dieser Kern war jedenfalls aus der vorzeitigen Teilung des einen der vier primären Furchungskerne hervorgegangen.

Auch in diesem Präparate hatte die Tangentialfurchung schon begonnen, ähnlich wie in Fig. 3.

Von Paraspermiumkernen wurden 19 gefunden, mithin mehr, als sich dunkle Flecken und periphere Spalten erkennen liessen, denen ein Teil der Kerne der Lage nach entsprach. Ein Kern von rundlicher Form mit deutlichem Kernkörperchen lag ganz peripher fast schon im grobkörnigen Dotter und ziemlich nahe der Oberfläche; zu ihm führte eine breite Protoplasmastrasse ohne Vakuole. Alle übrigen Nebenspermiumkerne befanden sich in der Nähe von Vakuolen und Lücken. Ein Teil von ihnen war klein, unregelmässig, intensiv gefärbt. Die Minderzahl der Kerne war blass gefärbt, sehr unregelmässig und mit blasenartigen Ausbuchtungen versehen; einige Kerne gewährten daher ein drusenartiges Aussehen. Zweimal war ein Kern in zwei, einmal in drei ungleich grosse, völlig getrennte Stücke anscheinend zerfallen.

Diagnose: erste und zweite Meridionalfurche (Kreuzfurche) ausgebildet, dagegen nur erst eine Kalottenfurche nachweisbar; dem entsprechend fünf Furchungskerne in Ruhe; beginnende Tangentialfurchung; 19 Paraspermiumkerne.

Keimscheibe Fig. 13.

Im Flächenbilde waren die sämtlichen Meridional- und Kalottenfurchen ausgeprägt.

In den Schnitten wurden 7 grosse, runde, oberflächlich gelegene, ruhende Furchungskerne sicher erkannt. Bei 3 anderen etwas kleineren Kernen, von denen einer im Grunde einer Furchenverbreiterung

lag, musste es zweifelhaft bleiben, ob wirklich Furchungskerne und nicht vielmehr Nebenspermiumkerne vorlagen. Ausserdem wurden noch drei reguläre Teilungen von Furchungskernen im Spindelstadium angetroffen, welche mit ihrer Achse parallel der Oberfläche und in nicht grosser Entfernung von letzterer lagen. Diese Teilungsfiguren eingerechnet, waren also 10 resp. 13 Furchungskerne nachweisbar, welche sich auf die Segmente in der Nähe ihrer zentralen Enden verteilten.

Eine Tangentialfurchung war in diesem Präparat noch nicht eingeleitet.

Paraspermiumkerne konnten nur 8 gefunden werden, wovon in einem Falle 2 nebeneinander lagen. Sie befanden sich in der Nähe von Dotterlücken resp. von Vakuolen und Einsenkungen. Die Kerne waren klein und unregelmässig.

Daneben wurden noch einige Vakuolen und Einsenkungen beobachtet, an welchen sich keine Kerne nachweisen liessen.

Diagnose: die sämtlichen Meridional- und Kalottenfurchen ausgebildet; noch keine Tangentialfurchung; 10(—13) Furchungskerne in den Segmenten, davon 3 in Teilung begriffen (Spindelstadium); 8 Paraspermiumkerne.

Aus den obigen Analysen der Serien sind noch folgende Punkte hervorzuheben.

Zunächst möchte ich darauf hinweisen, dass die oben in Kapitel V, Abschnitt 4 gegebenen Deutungen der Flächenbilder mit den Befunden in den Serien übereinstimmen; nur in Fig. 3 war im Flächenbilde die zweite Meridionalfurche rechts noch nicht sichtbar und wurde erst in den Schnitten festgestellt.

Zu beachten ist der frühe und zeitlich verschieden einsetzende Beginn der tangentialen Furchung. In den Keimscheiben 3 und 7 mit 4 resp. 5 Furchungskernen, in welchen noch nicht einmal die Kalottenfurchen vollständig sind, ist doch schon die tangentiale Furchung eingeleitet. In dem weiter vorgeschrittenen Stadium der Fig. 13 mit vollzähligen Hauptfurchen und 10 Furchungskernen ist davon noch nichts zu sehen. Die tangentiale Furchung beginnt damit, dass der Grund der oft etwas schräg gerichteten Hauptfurchen an der Grenze gegen den Dotter hin parallel der Oberfläche der Keimscheibe weiter einschneidet und dadurch die zentralen Enden der Furchungssegmente vom Boden abtrennt. Diese Abtrennung scheint sich anfangs vollziehen zu können, bevor eine Teilung der Furchungskerne mit senkrecht zur Keimoberfläche eingestellter Teilungsspindel erfolgt, bevor sich also Tochterkerne in die Tiefe eingesenkt haben. Auch Nicolas konnte an einem Ei der Blindschleiche schon im Stadium der Kreuzfurche bei Anwesenheit von 4 Furchungskernen den Anfang der tangentialen Furchung feststellen.

B. Die Furchung vom Auftreten der Breitenfurchen bis zum Übergang in das Blastula-Stadium.

Die Furchung ist an dem dotterreichen, meroblastischen Ei der höheren Wirbeltiere in systematischer Weise von Anfang bis zu Ende an einem grösseren Material im Schnittbilde bis jetzt noch nicht eingehend studiert worden.

Ich wollte mich daher nicht mit der Untersuchung der ersten Furchungsstadien begnügen, sondern stellte mir die Aufgabe, mir bei der Kreuzotter ein Gesamtbild vom Gange der Furchung bis zum Blastula-Stadium auch nach Schnitten zu verschaffen.

Nur von dem dotterreichen Ei der niederen Wirbeltiere liegt jetzt eine ausführliche, wertvolle Studie von Rückert*) vor, welcher Forscher die Gesamtfurchung am Ei von Selachiern untersucht hat. Der Autor hatte die Freundlichkeit, mir die Arbeit seiner Zeit zuzuschicken. Da ich aber zu jener Zeit gerade mit ähnlichen Untersuchungen bei der Kreuzotter beschäftigt war, hatte ich sein Buch vorläufig zurückgelegt und nicht gelesen, um durch seine Resultate bei meinen Studien nicht beeinflusst zu werden. Erst nach Abschluss meiner Untersuchungen nahm ich Rückerts Arbeit zum Vergleiche zur Hand und fand dabei mancherlei sehr bemerkenswerte Übereinstimmungen mit meinen Befunden, in einzelnen Punkten aber auch erhebliche Verschiedenheiten. Ich werde daher auf Rückerts Unsersuchungen in folgendem mehrfach eingehen müssen.

a) Allgemein zusammenfassende Resultate.

Die senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe einsetzenden Furchen schneiden durch die Substanz der Keimscheibe meist bis an den groben Dotter oder bis in seine Nähe durch. Vgl. Fig. 173 auf Taf. VIII. Gewöhnlich verlaufen sie senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe, oft aber auch schräg. Häufig biegt sich ihr unteres Ende um und geht bogenförmig direkt in eine tangentiale Furche über, wie es schon die Textfig. 6 auf S. 59 gezeigt hat. Die groben Dotterkörnchen rücken an dem inneren Ende der Furchen meist ein wenig in die Höhe.

Vor dem Durchschneiden der Furchen bildet sich als ihre Vorstufe eine dünne, auf dem Durchschnitt (Fig. 173) als schmaler Streifen erscheinende Lage differenter, körnchenfreier Substanz, welche mit der dünnen Rindenlage des Oberflächenprotoplasmas direkt zusammenhängt. Fig. 173. Diese Streifen färben sich mit Karmin und treten besonders bei einer bestimmten schwachen Tinktion als rote Trennungslinien sehr deutlich hervor. Sie sind es, welche in dem mit Boraxkarmin gefärbten Oberflächenbild die Vorläufer der Furchen als rote Linien bezeichnen und z. B. in den Oberflächenbildern der Fig. 51, 53, 54—57 der Peripherie des Furchungsfeldes das geflammte Aussehen verleihen.

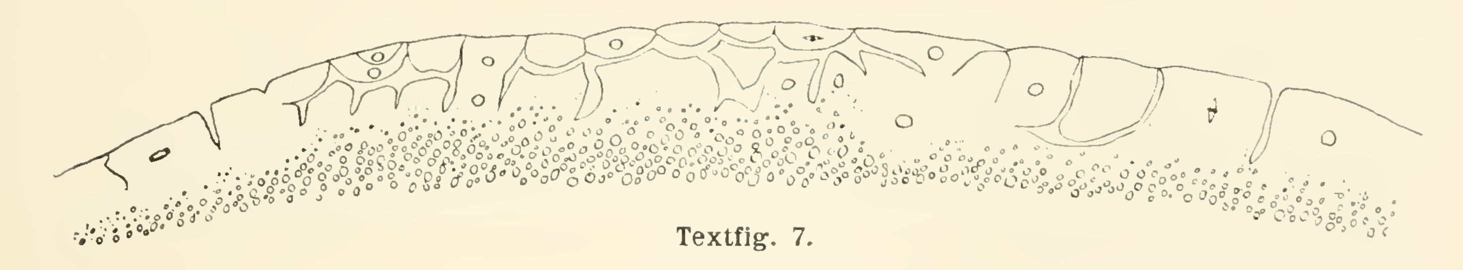
In diesen Streifen und zwar gewöhnlich zuerst in ihrem Grunde (Fig. 173) entsteht der Furchungsspalt, welcher an der Oberfläche anfangs als weissliche Linie sichtbar wird, dann aber alsbald auch hier zum Klaffen kommt. Auch Rückert erwähnt am Keim der Selachier diese roten Streifen als Vorstufen der Furchen.

Wie schon im Flächenbilde, so sind auch in den Schnitten die abgefurchten Zellen von sehr verschiedener Grösse und Form. Die Schnittbilder der frühen und mittleren Furchungen sind daher äusserst variabel. Auch in späteren Furchungsstadien können noch bisweilen ganz grosse Zellen zwischen kleinen gefunden werden. Fig. 175 der Taf. VIII.

Textfig. 7 auf nebenstehender Seite veranschaulicht einen beliebigen Schnitt durch das Zentrum

*) J. Rückert, Die erste Entwickelung des Eies der Elasmobranchier. Festschrift für Carl von Kupffer. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1899.

eines mittleren Furchungsstadiums, etwa der Fig. 46, um wenigstens eines dieser wechselnden Bilder vorzuführen. In der linken Hälfte des Schnittes sieht man, dass sich eine kleine oberflächliche Zelle von einer grösseren abgetrennt hat, sodass sie wie aus ihr herausgeschnitten erscheint; hierbei fällt besonders die Grössendifferenz auf. Diese Erscheinung wurde mehrfach beobachtet. Auch kommt es oft vor, wie z. B. in der Textfig. 7 links von der Mitte, dass die erste tangentiale Abfurchung im Bereiche des Furchungsfeldes nicht gleichmässig erfolgt, sodass zwischen ganz abgefurchten Blastomeren noch mit dem Eidotter zusammenhängende Stücke eine Zeit lang stehen bleiben.



Textfig. 7.

Die Furchungskerne, soweit sie zunächst der Substanz der Keimscheibe selbst angehören, sind in Grösse und Form etwas verschieden. Meist sind sie rundlich oder ellipsoid (Fig. 173, 175, und 176 der Taf. VIII) von der oben S. 49 angegebenen Grösse, bisweilen, besonders in den Randpartien, aber auch kleiner und hier und da auch ein wenig unregelmässig. Ihre Färbung ist gewöhnlich nicht intensiv. In den späteren Stadien trifft man in sich abfurchenden und abgefurchten Zellen bisweilen ganz auffällig grosse, unregelmässige, oft intensiv gefärbte Kerne an, auf welche ich unten noch zurückkommen werde.

Während der mittleren und späteren Furchungszeit bildet sich um die Blastomerenkerne der oberflächlichen Zelllagen infolge Zurückweichens der Dotterkörner ein auffälliger, heller, breiter Hof (vgl. Fig. 174), welchen schon Vay bei der Ringelnatter gesehen und erwähnt hat.

Ein ganz eigenartiges Aussehen erhalten die Furchungskerne in den Blastomeren, welche sich meist in Form grosser Klumpen von dem grobkörnigen Dotter ausserhalb der Keimscheibensubstanz abfurchen, und infolgedessen anfangs noch mit grossen Dottertröpfchen beladen sind. Vgl. auf Taf. VIII Fig. 174 bis 178. Da für den Kern hier zwischen den grossen Dotterkugeln wenig Platz ist, hat er eine unregelmässige, zackige, mit zahlreichen Eindrücken versehene Gestalt angenommen. Infolgedessen ist auch sein Chromatin auf kleineren Raum zusammengedrängt; er färbt sich daher sehr intensiv mit Boraxkarmin und wird hierdurch besonders auffällig. Ich will diese Kerne als Zackenkerne bezeichnen. Vielleicht hängt ihre intensive Färbbarkeit auch zusammen mit dem physiologischen Zustande, in welchem sich der Kern in diesen Zellen befindet; denn es ist wohl anzunehmen, dass den Kernen bei der Verarbeitung und Einschmelzung der Dottersubstanz in diesen Zellen eine Rolle zukommt. Einige Zeit, nachdem sich diese Elemente aus der Dottermasse abgeschnürt haben, tritt zuerst um den Kern herum eine hellere Zone auf, die frei ist von grossen Dottertropfen und davon nur noch kleine besitzt. Vgl. in Fig. 174 die dritte Zelle unten links. Dieser Hof wird immer deutlicher. Zugleich werden die Dottertröpfchen kleiner. Fig. 176 rechts in der Mitte. Dabei teilen sich diese stark dotterhaltigen Furchungszellen wiederholt. Ich habe in ihnen sehr oft Mitosen angetroffen, auch in den grossen dotterhaltigen, erst kürzlich abgeschnürten Klumpen. Die Mitosen liegen in den letzteren meist ohne jeden Hof zwischen

den Dotterkugeln und sind daher nicht so leicht aufzufinden. Infolge der wiederholten Teilungen werden diese Zellen immer kleiner, runden sich auch bald ab und rücken mehr gegen die Oberfläche. Die ursprünglich grossen Dotterkörnchen sind dabei zu einer mehr gleichmässig feinkörnigen Masse verarbeitet und aufgebraucht. Vgl. Fig. 175 und 176. Auch der Kern verliert dann alsbald sein zackiges Aussehen, rundet sich ab und färbt sich ebenso wie die gewöhnlichen Blastomerenkerne.

Die Teilung der Furchungkerne ist eine mitotische. Ob in den späteren Furchungsstadien am Rande des Furchungsfeldes auch amitotische Teilungen stattfinden, worauf die hier zur Beobachtung kommenden Kernanhäufungen hinzudeuten scheinen, muss dahingestellt bleiben. Auf die hier vorkommenden abweichenden Kernformen werde ich bei Besprechung der Blastula noch näher eingehen.

Rückert*) hat für die Selachierkeimscheibe nachgewiesen, dass in der ersten Zeit eine synchrone Teilung der Furchungskerne statthat in der Art, dass innerhalb derselben Keimscheibe die Kerne stets in der gleichen oder annähernd der gleichen Teilungsphase angetroffen werden. Die Folge dieses rythmischen Verlaufes der Teilung ist eine Vermehrung der Abkömmlinge des ersten Furchungskernes in geometrischer Progression.

In der Keimscheibe der Kreuzotter habe ich diese synchrone Teilung nicht beobachtet. Allerdings traf ich in den meisten der von mir untersuchten, sich furchenden Keimscheiben in den frühen Stadien die Kerne im Ruhezustand an. Wo aber Mitosen gefunden wurden, dort waren auch stets Furchungskerne in Ruhe nachweisbar. Schon im vorigen Kapitel zeigte uns die Untersuchung, z. B. der Keimscheibe Fig. 4, zwei Furchungskerne in Ruhe, den dritten dagegen in der Spiremphase. Auch in den späteren Stadien habe ich neben sehr reichlichen Mitosen aller Phasen auch stets zahlreiche Furchungskerne in Ruhe angetroffen. Damit stimmt überein, dass die Furchungskerne bei der Kreuzotter auch keine regelmässige und konstante Vermehrung in geometrischer Progression aufwiesen. Die Selachierkeimscheibe ist daher ein weit günstigeres und bequemeres Untersuchungsmaterial, als die sich furchende Keimscheibe der Schlangen. Bei der letzteren ist an der Hand der Furchungskerne eine naturgemässe Einteilung und genaue Bestimmung der Furchungsstadien nicht möglich, während man bei der Selachierkeimscheibe nur nötig hat, die Furchungskerne zu zählen, um über die Teilungsfolge der Kerne orientiert zu sein. In der folgenden speziellen Zusammenstellung der Befunde in den Serien war es mir demnach unmöglich, die einzelnen aufeinander folgenden Furchungsstadien mit der Genauigkeit und Sicherheit aneinander zu reihen, wie es Rückert sein Material gestattete. —

Die Teilungen der Furchungszellen mit senkrecht gestellter Teilungsspindel beginnt bei der Kreuzotter wohl nicht früher als bis mindestens zwölf Furchungskerne vorhanden sind. Vgl. S. 60 und 61. Auch Rückert**) beobachtete bei Selachiern, dass erst im Stadium von 16 Furchungskernen senkrecht gestellte Spindeln in den zentralen Furchungszellen auftraten.

Nach den ersten tangentialen Abfurchungen, welche sich, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben, sehr früh einleiten, finden sich zwischen den ersten Furchungszellen Spalten, die anfangs noch schmal sind (Textfig. 7). Je mehr Abfurchungen und Teilungen der Blastomeren erfolgen, um so deutlicher und breiter werden die Spalten, zumal die abgefurchten Zellen das Bestreben haben, sich abzu-

*) L. c. S. 637. **) L. c. S. 633.

runden. Aus diesen sich erweiternden Spalten geht alsbald die Furchungshöhle hervor, die in späteren Furchungsstadien schon eine beträchtliche Ausdehnung und Weite erhält, sodass die Blastomeren in ihr frei beweglich schwimmen. Vgl. Fig. 174—176, besonders Fig. 175.

Die Furchungshöhle ist demnach das erweiterte und vergrösserte System von Spalten, welche zwischen den Blastomeren entstehen und in welche sich eine Flüssigkeit ausscheidet. Durch allmähliche Vergrösserung geht aus ihr direkt der grosse, mit Flüssigkeit, Zellen und Zellendetritus erfüllte Hohlraum hervor, welcher sich später unter der Embryonalanlage vorfindet und welcher dann die sogen. „Subgerminalhöhle“ darstellt.

Die Zellen an der freien Oberfläche der sich bildenden Furchungshöhle legen sich von vornherein epithelartig aneinander. Anfangs sind sie noch gross und sehr unregelmässig geformt. Durch wiederholte mitotische Teilungen vermehren und verkleinern sie sich und werden schliesslich zu einer einschichtigen, zusammenhängenden, die Furchungshöhle deckenden Zelllage, die anfangs aus mehr rundlichen, dann kubischen oder zylindrischen Zellen besteht. Je älter das Furchungsstadium, um so kleiner und mehr zylindrisch werden die oberflächlichen Zellen. In ihnen kommt anfangs der oben geschilderte helle, dotterfreie Hof um die Kerne herum besonders schön zur Ausbildung. Fig. 174. Später sondert sich ihr Protoplasma in eine kleinere, dotterkörnchenfreie, äussere und eine grössere, dotterhaltige, körnige, innere Zone, welch letztere gegen die Furchungshöhle abgerundet oder beutelförmig vorspringt. Fig. 176. Der Kern liegt der Oberfläche genähert in der hellen Zone oder an der Grenze gegen die dunkle hin. Die Dotterkörnchen nehmen später an Zahl ab, bleiben aber auch noch im Blastulastadium und darüber hinaus in den Epithelzellen nachweisbar.

Sind die ersten tangentialen Abfurchungen von Blastomeren vollendet (siehe Textfig. 7), so wird der Boden der entstehenden Furchungshöhle zur Matrix von sich hier abfurchenden Zellen. Dieser Boden ist daher bis in die spätesten Furchungsstadien hinein in den Schnittbildern ausserordentlich unregelmässig gestaltet. Fig. 174—176, auch Textfig. 7. Er besitzt stets zahlreiche Einkerbungen und dazwischen äusserst unregelmässige Höcker, Buckel und sprossenartige Erhebungen, die sich oft als längere segmentartige Stücke durch eine Anzahl von Schnitten erstrecken. Man trifft alle Phasen der Erhebungen bis zur völligen Abschnürung gegen die Furchungshöhle hin an. In diesen Bodensprossen habe ich sehr oft gewöhnliche Furchungskerne gefunden. Textfig. 7 in der Mitte des Schnittes. Alle diese Kerne stammen unzweifelhaft von den oberflächlichen Furchungskernen und sind aus mitotischen Teilungen mit senkrecht oder schräg zur Keimoberfläche gestellter Spindel hervorgegangen. In der Textfig. 7 ist rechts an der Peripherie des Furchungsfeldes eine derart gestellte Teilungsspindel in einem noch mit dem groben Dotter zusammenhängenden, sonst an der Oberfläche rings abgegrenzten Zellstück zu sehen. Links von der Mitte derselben Figur sind an einer Stelle in einem Furchungsstück die beiden Tochterkerne schon auseinandergerückt, eine tangentiale Furchung ist aber zwischen ihnen noch nicht erfolgt und steht noch bevor. Ferner habe ich an den Kernen innerhalb der Bodenerhebungen auch des öfteren reguläre Mitosen gesehen, deren Spindelachse meist schräg, aber auch senkrecht zur Oberfläche gerichtet war. Allerdings ist es nicht so ganz leicht, sie aufzufinden, da sie durch die umliegenden groben Dotterkörnchen leicht verdeckt werden. Zwischen diesen Tochterkernen finden dann weitere Zellabfurchungen vom Boden aus statt. Die im Boden verbleibenden Tochterkerne rücken mithin immer tiefer in den groben Dotter hinein, je mehr sich davon abfurcht. Schliesslich werden die zuletzt übrig

bleibenden Tochterkerne zu den sogenannten Periblastkernen, welche wir später im Boden der Furchungshöhle antreffen werden. Diese Abkunft der Periblastkerne von echten Furchungskernen bei der Kreuzotter erscheint mir ganz unzweifelhaft und glaube ich mich davon Schritt für Schritt überzeugt zu haben. Ob sich ihnen hier und da noch Paraspermiumkerne zugesellen können, soll später erörtert werden.

Aus der obigen Schilderung geht hervor, dass unterhalb der Keimscheibe im Bereich des Furchungsfeldes zuerst und ziemlich früh (Textfig. 7) der grobkörnige Dotter von dem Furchungsprozess ergriffen und in sehr wirksamer Weise abgefurcht wird. In den späteren Furchungsstadien sind die untersten Lagen der Blastomeren, die vom groben Dotter geliefert werden, auch noch sehr stark dotterhaltig und führen die oben geschilderten Zackenkerne: vgl. Fig. 174—176. An der Peripherie der Keimscheibe dagegen wird der grobe Dotter erst viel später von der Furchung ergriffen, nachdem das ganze Material der Keimscheibe in Blastomeren zerfallen ist. Vgl. die Flächenbilder Fig. 53—57 der Taf. II.

Am Rande des sich vergrössernden Furchungsfeldes wiederholt sich beständig der geschilderte Prozess: tangentiale Abfurchung grosser unregelmässiger Blastomeren, welche zentralwärts allmählich in die kleinen Epithelzellen der einschichtigen Decklage der Furchungshöhle übergehen. Fig. 175. In den zentralen Enden der radiären Furchungssegmente, bisweilen auch etwas weiter peripher vorgeschoben, trifft man die zugehörigen Furchungskerne in Ruhe oder in Mitose: nicht selten habe ich in einem Segment auch zwei Kerne angetroffen, zwischen welchen eine Abfurchung noch nicht erfolgt war.

Das Zellenmaterial, welches sich in der Furchungshöhle ansammelt, wird demnach geliefert:

1. Durch Zerfurchung der Keimscheibensubstanz.

2. Durch Abfurchung des Dotters vom Boden der Furchungshöhle.

3. Durch Abfurchung des Dotters am Rande des Furchungsfeldes.

4. Durch Teilung der abgefurchten Zellen innerhalb der Furchungshöhle. Diese Zellteilung ist eine sehr rege. Mitosen finden sich sehr häufig, nicht allein in den dotterhaltigen grösseren Zellen in der Tiefe, sondern besonders auch in den kleinen, runden Zellen der oberflächlichen Lagen. Nach der Kernteilung tritt auch sehr bald die Zellteilung in den Blastomeren ein, da nur selten zwei ruhende Kerne in einer isolierten Zelle angetroffen werden.

5. Durch Abschnürung von der oberflächlichsten Blastomerenschicht. Diese Zufuhr von Zellmaterial der Furchungshöhle findet, wenigstens in erster Zeit, so lange die oberflächlichen Zellen noch gross sind, statt und kommt nicht selten zur Beobachtung. Man trifft in diesen Zellen Kernteilungsspindeln, welche senkrecht zur Oberfläche stehen und beobachtet auch Abschnürungsstadien zwischen soeben entstandenen jungen Kernen, wobei das eine Zellstück im oberflächlichen Zellverbande bleibt, während die andere Hälfte in die Furchungshöhle eintritt. Später, wenn die oberflächliche Zelllage mehr epithelartig geworden ist, hört diese Abschnürung auf und kommen dann in diesen Zellen zunächst nur horizontal liegende Teilungsspindeln zur Beobachtung.

Das Schicksal der Paraspermiumkerne werde ich am Schlusse dieses Kapitels in einem besonderen Abschnitte (V, 6) schildern.

Untersuchen wir nun im einzelnen, was die Furchungsstadien der Taf. I und II im Schnittbilde zeigen.

b) Spezielle Untersuchungen.

Frühe Furchungsstadien

nach dem Auftreten der Breitenfurchen, resp. nach Abgrenzung der ersten Blastomeren (Fig. 8—12, Fig. 14 bis 20 der Taf. I, Fig. 35—38 der Taf. II).

Keimscheibe Fig. 8.

Diese Keimscheibe, welche im Flächenbilde nach einem nur schwach gefärbten Präparat gezeichnet wurde, ist in hohem Grade bemerkenswert durch die grosse Anzahl von Nebenspermiumkernen, welche ich in ihr auffand, nämlich 53 Stück. Die meisten davon waren von regelmässiger Form, rundlich oder ein wenig länglich und besassen ein deutliches Chromatingerüst und Kernkörperchen. Sie lagen vorwiegend an der Peripherie des Furchenfeldes, bisweilen ziemlich weit gegen den Rand der Keimscheibe hin vorgeschoben, und befanden sich zum grössten Teil am unteren, dotterwärts gerichteten Ende von kurzen, meist senkrecht in die Tiefe gehenden Protoplasmastrassen; für manche war auch die Lage seitlich daneben charakteristisch. Eine grössere Anzahl von Nebenspermiumkernen lag noch tiefer, in im Schnitt etwa dreieckigen Vorsprüngen, welche in unregelmässige Lücken dotterwärts vorragten. Diese Kerne waren gewöhnlich unregelmässig gestaltet und intensiv gefärbt; in einigen Fällen fand sich hier anstatt der Kerne nur eine amorphe kleine Chromatinmasse, einmal wurde ein Paraspermiumkern im Furchenfeld dotterwärts von einem bereits tangential abgeschnürten Blastomer gefunden.

Furchungskerne waren 14 Stück, tangential abgeschnürte Blastomeren nur erst 3 vorhanden.

Keimscheibe Fig. 9.

Es wurden 11 Furchungskerne in Ruhe gezählt; ausserdem waren 9 intensiv gefärbte Paraspermiumkerne von sehr unregelmässiger, schollenartiger Form nachweisbar, die sich in der Nähe von Lücken befanden, aber keine zuführenden Strassen erkennen liessen. Einige lagen ziemlich tief an der Grenze gegen den groben Dotter hin. Nur 4 zentrale Blastomeren waren vollkommen tangential abgefurcht.

Keimscheibe Fig. 10.

Die Befunde in dieser Serie deckten sich nicht mit dem Oberflächenbild der Fig. 10. Es stellte sich heraus, dass innerhalb der beiden zirkulären Furchen des Oberflächenbildes schon einige tangential abgeschnürte Blastomeren vorhanden waren, die im Flächenbilde aber noch nicht unterschieden werden konnten. Im ganzen wurden zwischen den Furchen und peripher in ihrer Nähe 14 ruhende Furchungskerne gezählt.

Die Kerne, welche ich als Nebenspermiumkerne deuten musste, waren weit zahlreicher, nämlich 36. Auffällig wurde ihre sehr verschiedene Grösse. Einige wenige waren ganz klein, bröckelartig, fünf waren rundlich, die Mehrzahl zeigte das unregelmässige Aussehen, wie ich es an den früher beschriebenen Keimscheiben hervorgehoben habe; die meisten davon waren intensiv gefärbt. 8 unregelmässige, intensiv gefärbte Kerne fielen durch ihre Grösse auf (0,014—0,016 mm), die aber nicht unvermittelt war, da sich Übergänge zu den mittelgrossen Kernen fanden.

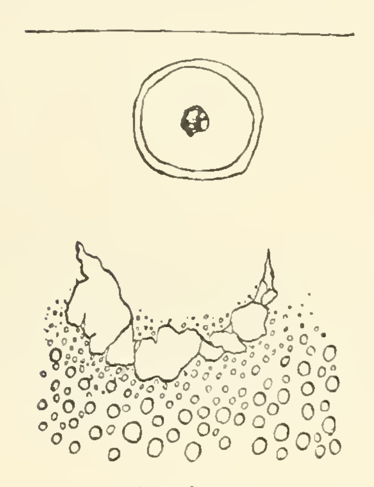
Die Paraspermiumkerne lagen meist in charakteristischer Weise in der Nähe von Vakuolen oder in den gegen Lücken vorspringenden Fortsätzen oder an Substanzstreifen; diese letzteren liessen sich

in der Serie meist durch eine grosse Anzahl von Schnitten verfolgen, um dann aufzuhören, ohne dass sie mit dem zentralen Furchensystem in Verbindung traten; im Flächenbilde entsprachen sie den dunklen Streifen und Flecken.

Von den rundlichen Kernen traf ich zwei im groben Dotter ganz ausserhalb der Keimscheibe dicht unter der Oberfläche des Eies an, zwei andere noch innerhalb der Keimscheibe, aber ganz in der Nähe ihrer Peripherie.

Hervorheben muss ich, dass die grossen unregelmässigen Kerne meist sehr tief lagen, in fünf Fällen sogar tiefer als die erste tangentiale Furchungsebene und dotterwärts von den abgeschnürten Blastomeren. Da diese Kerne aber wie die Nebenspermiumkerne, mit denen sie der Grösse und Form nach durch Übergänge verbunden wurden, in Vorsprüngen an charakteristischen Lücken lagen, ist es wohl ziemlich sicher, dass sie Derivate der Nebenspermiumkerne und nicht etwa Furchungskerne waren.

Schliesslich konnte ich zweimal feststellen, dass in grösserer Entfernung von dem Furchungsfelde und ohne jeden Zusammenhang mit den eigentlichen Furchen vollständige oder fast vollständige Abfurchungen kleiner Zellen um isolierte Kerne herum stattgefunden hatten; diese Kerne waren wohl unzweifelhaft Nebenspermiumkerne. Die kleinen rundlichen Zellen lagen ganz innerhalb der Substanz der Keimscheibe verborgen dicht unterhalb der Oberfläche und erreichten die letztere nicht.



Textfig. 8.
Aus einem Schnitt durch den peripheren Teil der Keimscheibe der Fig. 10 auf Taf. I. Um einen Paraspermiumkern in der Substanz der Keimscheibe isoliert abgefurchte kleine Zelle, welche die Oberfläche der Keimscheibe nicht erreicht. Unterhalb der Zelle an der Grenze gegen den grobkörnigen Dotter hin eine halbmondförmige Lücke.

Textfig. 8 zeigt die eine völlig isolierte, in der Keimscheibensubstanz liegende, um den Paraspermiumkern abgefurchte kleine Zelle. Unter ihr klafft an der Grenze gegen den groben Dotter eine der für die Nachbarschaft der Paraspermiumkerne charakteristischen Lücken. Die andere Paraspermiumzelle erschien nur in einem Schnitt isoliert, in den andern Schnitten setzte sie sich mit einem Stiel wieder breit an die Wandung des kleinen sie umschliessenden Hohlraumes an.

Keimscheibe Fig. 11.

In dieser Keimscheibe fand ich die grösste Anzahl von Paraspermiumkernen auf, welche ich überhaupt in einer Keimscheibe beobachtet habe, nämlich 81 Stück; sie waren über die ganze Keimscheibe unregelmässig verteilt und wiesen keine Teilungserscheinungen auf.

Fünf Paraspermiumkerne lagen ganz ausserhalb der Keimscheibe in dem grobkörnigen Dotter, in nicht sehr grosser Entfernung von dem Keimscheibenrande und dicht unter der Oberfläche.

Eine grössere Anzahl gehörte ferner der Peripherie der Keimscheibe an. Diese peripheren Paraspermiumkerne und die ausserhalb der Keimscheibe im Dotter gelegenen waren von regelmässiger Form, rundlich, oval oder ellipsoid, blass gefärbt mit deutlicher Kernmembran, lockerem Kerngerüst und 1—4 Kernkörperchen. Die meisten lagen in Vorsprüngen innerhalb von Lücken, zu anderen führten Protoplasmastrassen. Die ganz peripheren, insbesondere die ausserhalb der Keimscheibe befindlichen, besassen in ihrer Umgebung nur eine dünne Lage von Protoplasma. Zu betonen ist, dass dagegen die zentral und in der Nähe des

Furchenfeldes gelegenen Paraspermiumkerne mehr Veränderungen zeigten; sie waren meist vergrössert (0,012—0,014 mm), unregelmässig, intensiv gefärbt und lagerten meist in kleinen, gegen Lücken vorspringenden Hügeln.

Nur 5 mal waren die Paraspermiumkerne klein, bröckelartig.

Als Furchungskerne wurden 15 in Ruhezustand befindliche bestimmt. Die Tangentialfurchung war noch wenig vorgeschritten, da nur 5 Blastomeren völlig abgeschnürt erschienen.

Keimscheibe Fig. 12.

12 Furchungskerne in Ruhe, nur erst wenige Blastomeren tangential abgefurcht.

37 Nebenspermiumkerne. Die meisten waren klein, unregelmässig, unansehnlich, gewöhnlich mit charakteristischer Umgebung. Einige mehr rundliche lagen in der Nähe der Peripherie der Keimscheibe. Zweimal wurde ein Paraspermiumkern im Grunde je einer grösseren Furche gefunden, einmal zwei nebeneinander. Von zwei Kernen musste es unentschieden bleiben, ob sie Furchungskerne oder Paraspermiumkerne waren.

Keimscheibe Fig. 14 und 15.

Diese beiden Keimscheiben wurden der Fläche nach geschnitten und mit Hämatoxylin gefärbt. Nebenspermiumkerne waren in beiden zahlreich vorhanden, konnten aber in diesen Flächenschnitten nicht so genau gezählt werden, wie in den senkrecht zur Keimscheibenoberfläche geschnittenen und mit Boraxkarmin tingierten Präparaten. In Präparat 14 war wiederum eine kleine rundliche Zelle um einen Nebenspermiumkern innerhalb der Keimscheibensubstanz in einiger Entfernung vom Furchenfeld abgeschnürt.

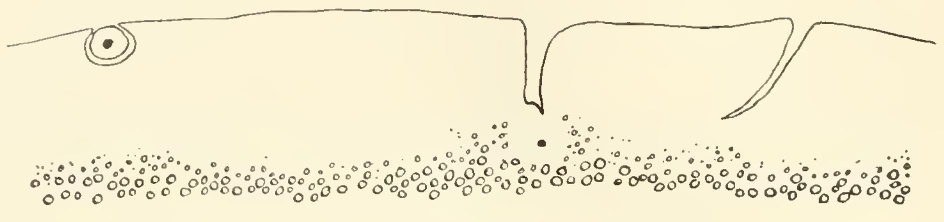
Tangential abgefurcht hatten sich nur erst wenige Blastomeren. Im Präparat 15 wurde in den zentralen Teilen zweier Furchungssegmente je eine mit ihrer Längsachse parallel der Keimscheibenfläche gerichtete Kernteilungsfigur gefunden.

Keimscheibe Fig. 16.

In dieser Keimscheibe konnte mit einiger Sicherheit als Nebenspermiumkern nur ein einziges kleines, intensiv gefärbtes Kernstückchen angesprochen werden, welches sich in einem Hof von dotterfreiem Protoplasma unter dem Grunde des trichterförmig erweiterten, peripherischen Endes einer Furche befand.

Ausserdem wurde noch eine kleine, runde, vom zentralen Furchungsfeld weit abgelegene, in der Ausstrahlung einer Furche befindliche Zelle aufgefunden, welche ganz isoliert im Keimscheibenprotoplasma lag und an die Oberfläche vorragte. In ihrem Innern befand sich ein unregelmässiger Kern. Als echte Furchungszelle kann diese kleine Zelle nicht gut aufgefasst werden, da sie viel zu weit von den Blastomeren und Furchungskernen entfernt lag. Vielmehr glaube ich, dass es sich auch hier um eine Zelle handelte, welche sich um einen Paraspermiumkern abgefurcht hatte. Sie befand sich in dem rechten Ende der Hauptfurche oben rechts in der Keimscheibe der Fig. 16 der Taf. I, war indessen so klein, dass sie mir bei der Lupenuntersuchung des Flächenbildes entgehen musste. Sie ist daher in dem Flächenbilde auch nicht angegeben. Textfig. 9 auf nächster Seite stellt sie in einem Schnitte dar, welcher

in Fig. 16 von oben nach unten durch die Enden der 3 nach rechts gehenden Furchen gefallen ist. Links in der Textfigur sieht man die kleine isolierte Zelle mit dem intensiv gefärbten Kern. Das Bild unterscheidet sich von dem der Textfig. 8 nur dadurch, dass die Zelle hier wenigstens zum Teil an die Oberfläche der Keimscheibe tritt. Ich denke mir, dass sich hier ursprünglich eine Paraspermiumfurche befand, in welche hinein sich die kleine Paraspermiumzelle abschnürte, und dass diese Paraspermiumfurche mit der Hauptfurche nachträglich zusammengeflossen ist, sodass die Zelle jetzt in der Hauptfurche liegt, ähnlich, wie mehrfach Paraspermiumkerne im Boden von Hauptfurchen angetroffen wurden.



Textfig. 9.

In der Textfig. 9 ist ausserdem unter der breiten, mittleren Furchungsspalte noch der oben erwähnte, kleine, intensiv gefärbte Paraspermiumkern zu sehen; die Spalte stellt den Durchschnitt durch das im Flächenbild der Fig. 16 sichtbare, trichterförmig oder knopflochartig erweiterte Ende der mittleren Furche dar. Furchungskerne sind in diesem Schnitte nicht mehr vorhanden, weil er schon zu weit ab vom Furchungsfelde liegt.

Tangential abgeschnürte, echte Blastomeren waren nur erst drei vorhanden, eins davon besonders klein. Eines von den breiten Furchungssegmenten war an seinem zentralen Ende tangential schon vollkommen abgefurcht und besass hier einen Furchungskern. Weiter gegen die Peripherie der Scheibe trat es dotterwärts dann wieder in Zusammenhang mit der Keimscheibensubstanz; wo das geschah, lag ein zweiter grosser Furchungskern, irgend eine Andeutung von senkrechter Furchenbildung zwischen den beiden Kernen war aber noch nicht vorhanden. Ein anderes Furchungssegment war zentral noch breit mit der Dotterunterlage verbunden, schnürte sich dann weiter gegen die Peripherie tangential davon fast ganz ab, um schliesslich nach aussen wieder mit der Keimscheibensubstanz breit zusammenzufliessen. Das sind Beispiele dafür, dass auch die tangentiale Abfurchung recht unregelmässig erfolgt. Teilungen der Furchungskerne mit senkrecht zur Oberfläche der Keimscheibe gestellter Spindelachse schienen auch hier noch nicht stattgefunden zu haben. Nur zwölf Furchungskerne wurden gefunden.

Keimscheibe Fig. 17.

In dieser Serie konnte kein einziger Nebenspermiumkern festgestellt werden.

Tangential abgefurchte Blastomeren waren erst wenige vorhanden. Die ersten Furchungszellen zeigten sich nach Grösse und Form sehr verschieden; zwei davon waren besonders klein (in dem Flächenbilde nicht angegeben). 18 Furchungskerne.

Keimscheibe Fig. 18.

Nur wenige Blastomeren tangential abgefurcht. Von der ersten Tangentialebene aus beginnen Furchen dotterwärts einzuschneiden. Über 20 Furchungskerne.

Zahlreiche (27), meist kleine, unregelmässige, intensiv gefärbte Nebenspermiumkerne in charakteristischer Umgebung, entsprechend der Fleckenzeichnung des Flächenbildes angeordnet.

Keimscheiben Fig. 19 und 20.

Ähnliche Befunde wie in Fig. 18. In beiden Keimscheiben über 20 Nebenspermiumkerne, davon in Fig. 19 2 mehrlappig, gross, ferner in derselben Serie einige mehr rundliche, am Rande der Keimscheibe gelegene.

Tafel II.

Keimscheibe Fig. 35.

Einige Blastomeren tangential abgeschnürt. Es treten Furchenspalten dotterwärts von der ersten tangentialen Furchungsebene auf. Über 20 Furchungskerne von etwas verschiedener Form und Grösse.

21 Paraspermiumkerne. Fast die Hälfte davon war gross, unregelmässig und intensiv gefärbt, die übrigen kleiner, einer schmal, schollenartig. Nur 5 Nebenspermiumkerne besassen regelmässige, rundliche Form mit deutlichem Chromatingerüst; diese lagen ganz am Rande der Keimscheibe, der eine Kern sogar schon ausserhalb ihres Bereiches im grobkörnigen Dotter; ihnen fehlte auch eine deutliche Protoplasmastrasse.

Keimscheibe Fig. 36.

Das Flächenbild dieser Keimscheibe war nicht ganz klar. In den Schnitten wurden 30 Furchungskerne festgestellt, eine Teilung der Kerne mit senkrecht zur Oberfläche der Scheibe gestellter Teilungsachse ist bereits erfolgt, da ein paar Kerne in senkrechter Lage über einander und auch dotterwärts von der ersten Tangentialebene angetroffen wurden. Mehrere kleinere Blastomeren waren bereits ringsherum abgefurcht.

Nebenspermiumkerne liessen sich neun nachweisen, alle auffällig klein, unregelmässig und intensiv gefärbt. Fast alle lagen in charakteristischen, dotterwärts in Lücken vorspringenden Knospen und Hügeln. Zweimal lagen je zwei in einer Knospe; zwei davon waren länglich, stabförmig.

Keimscheibe Fig. 37.

15 Furchungskerne in Ruhe. Einige wenige völlig abgefurchte Blastomeren. Von der ersten tangentialen Furchungsebene senken sich dotterwärts Furchenspalten ein.

6 sehr unregelmässig gestaltete, bröckelartige, intensiv gefärbte Paraspermiumkerne, die ebenso wie in Fig. 36 gelagert waren. Nur ein grösseres dreieckiges Kernstück befand sich in der Nähe des Grundes einer echten Furche.

Keimscheibe Fig. 38.

Ähnelte der Fig. 35, nur waren 3 Nebenspermiumkerne weniger vorhanden.

Mittlere Furchungsstadien. Fig. 39—52 der Taf. II.

Keimscheibe Fig. 39.

Eine grössere Anzahl von Furchungskernen, nicht unter 100, ist vorhanden; die Mehrzahl befindet sich im Ruhezustand, einige aber auch in Mitose verschiedener Phasen.

Der mittlere Teil der Keimscheibe ist bereits in zahlreiche, völlig abgefurchte Blastomeren von verschiedener Grösse zerfallen. Ihre oberflächlichste Lage hat sich zu einer zusammenhängenden einfachen Schicht sehr ungleich grosser Zellen zusammengeschlossen, darunter ist schon eine zweite nur erst aus wenigen verschieden grossen Elementen bestehende Blastomerenlage vom Dotter abgeschnürt.

Das Spaltensystem zwischen den zum Teil abgerundeten Blastomeren hat sich unterhalb des Furchungsfeldes bereits zu einer deutlichen Furchungshöhle erweitert. Der Boden der Furchungshöhle ist unregelmässig zerklüftet, in den Erhebungen und Sprossen befinden sich Furchungskerne. Diese sind sowohl in der oberflächlichen, wie auch hier und da in der zweiten Zellschicht umgeben von einem jetzt deutlich in die Erscheinung tretenden, hellen, anscheinend radiärfädigen Hofe.

Ausser diesen nur blass gefärbten, gewöhnlich regelmässig rundlichen oder ellipsoiden, selten etwas unregelmässigen Furchungskernen von durchschnittlich 0,008—0,012 mm Durchmesser, kamen noch intensiv gefärbte, sehr unregelmässig geformte Kerne zur Beobachtung, die zum Teil durch ihre exorbitante Grösse auffielen. Im ganzen waren es 9 Stück. Zum Teil lagen sie ausserhalb des Furchenfeldes in dessen Nachbarschaft in der Nähe charakteristischer Lücken und zwar ziemlich tief, sodass sie wohl mit Sicherheit als Paraspermiumkerne betrachtet werden konnten. Die grossen Kerne befanden sich unterhalb des Furchungsfeldes und sassen in kleinen, sprossenartigen Erhebungen des Bodens der Furchungshöhle; eine Sprosse war sogar bereits fast abgeschnürt. Sie waren unregelmässig, langgestreckt, etwa obstkernartig, zum Teil in eine Spitze ausgezogen und massen der Länge nach gegen 0,03 mm. Ich bin geneigt, auch diese Riesenkerne für umgewandelte Nebenspermiumkerne zu halten, die infolge der veränderten Ernährungsverhältnisse, die durch ihre tiefe Lage am grobkörnigen Dotter und unterhalb des Furchungsfeldes bedingt werden, stark gewachsen waren. Ein zwingender Beweis dafür ist allerdings schwer zu erbringen. Denn auch die gewöhnlichen Furchungskerne verändern Form und Färbevermögen, wenn sie beim Abfurchungsprozess in den grobkörnigen Dotter eintreten. So sah ich schon in diesem Präparat, dass in einigen Bodensprossen die echten Furchungskerne bereits ein wenig unregelmässig geworden und eine ähnliche intensive Färbung, wie die Riesenkerne, angenommen hatten, wenn auch ihre Grösse nicht vermehrt war. Die übrigen innerhalb der sich abfurchenden Bodensprossen befindlichen Furchungskerne besassen die regelmässig rundliche oder ellipsoide Form der gewöhnlichen Furchungskerne. Eigentliche „Zackenkerne“ (siehe oben) kamen in dieser Keimscheibe noch nicht zur Beobachtung.

Keimscheibe Fig. 40.

Etwas weiter vorgeschrittenes Furchungsstadium, als das der vorigen Figur. Einschliesslich der oberflächlichen Blastomerenschicht lassen sich an den tiefen Stellen der Furchungshöhle bereits drei Zelllagen unterscheiden, soweit man hier eben von „Lagen“ sprechen kann. In den Blastomeren, auch den runden, isoliert in der Furchungshöhle schwimmenden, sehr oft Mitosen. Am Boden der Furchungshöhle zahlreiche sprossenartige Erhebungen, hier und da mit Furchungskernen von gewöhnlichem Aussehen. Ausser den Furchungskernen war an vier Stellen ausserhalb des Furchungsfeldes deutlich je ein intensiv gefärbter Nebenspermiumkern von unregelmässiger Form und gewöhnlicher Grösse erkennbar; sie lagen in der Nähe von Lücken, der eine ziemlich tief. An zwei anderen Stellen wurden intensiv gefärbte kleine Chromatinbröckel gefunden, in der gleichen Lage wie Nebenspermiumkerne, sehr wahrscheinlich Reste

von degenerierten Paraspermiumkernen. Ferner wurden dreimal an den äussersten Enden von Radiärfurchen in ihrem Grunde kleine, abgerundete, knospenartige Erhebungen beobachtet, die je einen intensiv gefärbten, kleinen Kern von dem Aussehen der Nebenspermiumkerne enthielten; mir ist nicht zweifelhaft, dass es sich um solche handelte. Schliesslich liessen sich im Bereich des Furchenfeldes im Boden der Furchungshöhle noch vier Riesenkerne von dem Aussehen, wie bei Fig. 39 geschildert, nachweisen.

Keimscheiben Fig. 41—52.

Diese mittleren Furchungsstadien bieten in den Serienschnitten ähnliche Befunde wie Fig. 40, nur vergrössert sich die Zahl der Blastomeren mehr und mehr, sodass 3—4 Zelllagen über dem unregelmässig eingefurchten Boden der Furchungshöhle auftreten. In den vom grobkörnigen Dotter abgefurchten Blastomeren beginnen die Kerne unregelmässiger zu werden und das eigentümliche Aussehen der oben geschilderten Zackenkerne zu zeigen.

Mitosen der Furchungskerne wurden in allen Präparaten mehr oder weniger zahlreich beobachtet. In Fig. 44 waren die Kernteilungsfiguren aller Teilungsstadien sogar weit in der Mehrzahl; unter 230 Kernen, welche gezählt wurden, befanden sich 160 in allen möglichen Teilungsphasen, nur 70 dagegen im Ruhezustande. In diesem Präparat wurden auch mehrfach Kernteilungen in den Bodensprossen und auch an ebenen Stellen des Bodens der Furchungshöhle angetroffen.

Je weiter die Furchung vorschreitet, um so schwieriger wird die Auffindung und um so heikler die genaue Bestimmung der Paraspermiumkerne; in den meisten dieser Keimscheiben liessen sie sich aber noch mit aller Sicherheit erkennen.

In Fig. 41 waren 8 ganz typische, wenn auch kleine, unregelmässige, in der Nähe von Lücken befindliche Paraspermiumkerne vorhanden, sodann noch 2 intensiv gefärbte, sehr irreguläre Riesenkerne in der Nähe des Furchungsfeldes in der für Nebenspermiumkerne typischen Lage. Den Übergang zu ihnen vermittelte ein schollenförmiger Nebenspermiumkern von mittlerer Grösse.

Fig. 42 enthielt 6 typische, intensiv gefärbte, unregelmässige Nebenspermiumkerne und ausserdem zwei 0,016 mm grosse Kerne; der eine von den letzteren war kugelrund und gehörte einer kleinen, fast schon ganz abgeschnürten, in die Furchungshöhle vorragenden Zelle an. Die Paraspermiumkerne sassen in knopfförmigen Erhebungen, welche dotterwärts in Lücken hineinragten.

In Fig. 43 konnte ich nur 5 kleinere Nebenspermiumkerne und 4 Riesenkerne auffinden; zwei der letzteren lagen an für Nebenspermiumkerne typischen Stellen und waren intensiv gefärbt; die anderen beiden blasseren und mehr rundlichen Kerne befanden sich dicht nebeneinander in einer kleinen, abgeschnürten Zelle im peripherischen Bezirk der Furchungshöhle.

Sehr lehrreich war Fig. 44. In der Umgebung des Furchenfeldes wurden zunächst 3 typische Nebenspermiumkerne gefunden, je einer in einer kleinen, im Grunde einer Furche befindlichen, fast abgeschnürten Erhebung. Zwei davon waren klein, intensiv gefärbt und unregelmässig, der dritte dagegen besonders gross. Ein vierter Paraspermiumkern von mittlerer Grösse und sehr starker Färbung lag im Bereich des Furchenfeldes. Ebendort befanden sich dann noch 3 längliche, stark tingierte Riesenkerne von 0,02—0,022 mm Länge vor. Der eine gehörte einer kleinen, vom Boden der Furchungshöhle vollständig abgeschnürten Zelle an. Der zweite hatte eine für Paraspermiumkerne ganz typische Lage, da er unter einer Einsenkung in einer kleinen, gegen eine Lücke dotterwärts vorspringenden Knospe lag.

Der dritte gehörte dem Rande des Furchenfeldes an und war unter einer breiten Einsenkung ganz in der Nähe eines, im Spiremstadium befindlichen Furchungskernes, aber etwas tiefer als dieser, situiert; der Fadenknäuel nahm sich gegen den grossen Kern sehr winzig und zierlich aus.

Den merkwürdigsten Fund machte ich aber ganz in der Nähe der Peripherie dieser Keimscheibe, indem ich hier noch einen ganz unveränderten, rundlichen, blassen Nebenspermiumkern am Ende einer sehr deutlichen, breiten Protoplasmastrasse entdeckte. Dieser Kern, unzweifelhaft ein Paraspermiumkern hatte noch völlig das Aussehen beibehalten, welches die Paraspermiumkerne alsbald nach ihrer Umwandlung aus dem Spermiumkopf zeigen, nur war er ein wenig kleiner.

Schliesslich beobachtete ich noch an 6 Stellen im Grunde von Furchenausstrahlungen in der Nähe des Furchenfeldes kleine, intensiv gefärbte Partikelchen, anscheinend Chromatinkörnchen, die ich geneigt bin, für letzte Reste zu Grunde gegangener Paraspermiumkerne zu halten.

Die Keimscheibe der Fig. 45 enthielt 4 unregelmässige Nebenspermiumkerne von verschiedener Grösse in typischer Lage an Lücken und ausserdem 3 Riesenkerne. Der eine der Riesenkerne war intensiv gefärbt und gehörte einem Vorsprung des Bodens der Furchungshöhle an. Die beiden andern waren zwar sehr gross, 0,022 mm im Durchmesser, aber blass gefärbt und mehr rundlich, mit lockerem, deutlichem Chromatingerüst; während der eine in der Keimscheibe am Rande des Furchenfeldes an einer Stelle lag, an welcher sich peripherische Furchungskerne zu befinden pflegen, wurde der andere in einem ringsum abgeschnürten, in der Furchungshöhle befindlichen, kleinen Blastomer gefunden.

In Fig. 46 und 47 konnte ich keine typischen Nebenspermiumkerne mehr feststellen. In Fig. 46 sah ich einmal zwei kleine, intensiv gefärbte, nebeneinander gelegene Kerne, welche in ihrem Aussehen an Nebenspermiumkerne erinnerten und in dem in die Furchungshöhle hineinragenden Teil einer Bodensprosse lagen. Dreimal wurde je ein auffallend grosser, unregelmässiger Kern in einem völlig abgeschnürten Blastomer am Boden der Furchungshöhle gefunden. Nur einer davon hatte aber das geschilderte Aussehen der Riesenkerne und war intensiv gefärbt; die andern beiden waren mehr rundlich und blass, ebenso wie noch ein anderer Riesenkern, welcher in der Spitze einer Bodenerhebung lag. Ob es sich hier um vergrösserte Nebenspermiumkerne oder Furchungskerne handelte, konnte nicht entschieden werden. An einer anderen Stelle an der Peripherie des Furchungsfeldes wurden schliesslich noch innerhalb einer in der Keimscheibensubstanz abgeschnürten, isolierten Zelle einige zusammenhängende, intensiv gefärbte Chromatinbröckel erkannt, die aussahen wie ein zerfallener Kern. Die an dieser Keimscheibe besonders ausgeprägten trichter- oder knopflochartigen Erweiterungen der peripheren Enden der Furchen erschienen hier, wie auch an den anderen Keimscheiben, in den Schnitten als kolben- oder trichterförmige, klaffende Einsenkungen.

Fig. 48 zeichnete sich dadurch aus, dass auf dem Boden der Furchungshöhle an verschiedenen Stellen 5 kleine, völlig isolierte Blastomeren vorhanden waren, deren jede einen auffallend grossen, etwas unregelmässigen Kern besass, der aber nicht in jedem Falle die oben geschilderte intensive Färbung aufwies. Ausserdem wurden in Bodensprossen 4 stark tingierte, unregelmässige Kerne gefunden, welche in ihrem Aussehen an Paraspermiumkerne erinnerten.

In der durch das Präparat der Fig. 49 gelegten Serie stiess ich an zwei Stellen auf ganz das gleiche Bild, welches ich in Textfig. 8 auf S. 68 dargestellt habe. In einiger Entfernung von dem Furchenfelde, dort wo keine Furchungskerne mehr lagen, fand ich an zwei verschiedenen Stellen innerhalb der

Scheibensubstanz ganz isoliert eine kleine, rundliche, ringsherum völlig abgefurchte Zelle. Diese Stellen unterschieden sich nur dadurch von Textfig. 8, dass mit dem Raume, in welchem die Zelle lag, eine gegen die Oberfläche ziehende Spalte zusammenhing. Die eine Zelle umschloss einen kleinen, intensiv gefärbten Kern von genau dem Aussehen eines Paraspermiumkernes, wie in Textfig. 8. Ich nehme keinen Anstand, diesen Befund so zu deuten, dass eine um einen Paraspermiumkern abgefurchte Zelle vorlag. Die andere Rundzelle beherbergte einen sehr grossen, rundlichen, wenn auch ein wenig unebenen, blassgefärbten Kern. Der Lage nach muss ich auch diesen Kern für einen Paraspermiumkern halten, um welchen sich das benachbarte Protoplasma konzentriert hat und zur Abschnürung gekommen ist. Auch aus diesem Befunde geht, wie mir scheinen will, hervor, dass Paraspermiumkerne sich in Riesenkerne umwandeln können.

Ausser diesen Paraspermiumzellen liessen sich noch 3 andere Paraspermiumkerne nachweisen. Der eine, in der Nähe des Furchungsfeldes an einer Lücke gelegen, bot das gewöhnliche Aussehen der Paraspermiumkerne in diesem Furchungsstadium dar. Die beiden anderen befanden sich aber ganz in der Nähe der Peripherie der Keimscheibe weit ab von dem Furchenfelde, nahe der Oberfläche; der eine gehörte sogar der Keimscheibe selbst nicht mehr an und steckte zwischen den groben Dotterkörnern. Beide wurden durch breite, noch deutlich erhaltene Protoplasmastrassen charakterisiert, in deren Grunde sie, umgeben von Protoplasma, sassen. Diese beiden Kerne machten, im Gegensatz zu den peripherischen Kernen der Fig. 44, entschieden den Eindruck der Degeneration; sie waren klein, sehr unregelmässig, mit lauter kleinen, bläschenartigen Auftreibungen versehen, so dass von einer Kernstruktur nichts mehr erkannt werden konnte.

Schliesslich fand ich in dieser Keimscheibe am Rande des Furchenfeldes noch eine Gruppe von 3 dicht nebeneinander sitzenden Kernen, von dem Aussehen und der Lage der Furchungskerne; wir werden diesen Kerngruppen in den späteren Stadien am Rande des Furchungsgebietes noch öfter begegnen.

In Fig. 50 und 51 waren stellenweise bereits 4 Zelllagen zu unterscheiden, in deren Elementen eine sehr lebhafte mitotische Zellteilung zu konstatieren war. Auch in der oberflächlichen, bereits epithelartigen Schicht waren zahlreiche Kernteilungsfiguren vorhanden, meist mit parallel der Oberfläche gerichteter Teilungsspindel: in den grösseren oberflächlichen Blastomeren standen die Achsen der Mitosen aber auch senkrecht oder sehr schräg zur Oberfläche, sodass geschlossen werden konnte, dass auch vom Oberflächenepithel noch eine Abtrennung von Elementen gegen die Furchungshöhle hin statt hatte. Die tiefen, dotterhaltigen Blastomeren führten intensiver gefärbte, unregelmässige, zu Zackenkernen sich umbildende Kerne. An einer Stelle traf ich an der Peripherie des Furchungsfeldes zwischen zwei Spalten eine auf 7 Schnitte verteilte Gruppe von 6 verschieden grossen, nur schwach tingierten Kernen an, von denen zwei sehr gross und unregelmässig waren.*) Das merkwürdige war, dass sich um einige dieser Kerne eine leichte Zellabschnürung ausgebildet hatte. Wie diese Kerne zu deuten sind, blieb mir zweifelhaft; wahrscheinlich waren auch sie Derivate von Paraspermiumkernen. Sonst wurden keine Kerne und Kernreste aufgefunden, die an Nebenspermiumkerne erinnerten.

In Fig. 52 konnte ich nur einen einzigen sicher bestimmbaren Nebenspermiumkern nachweisen, der aber um so mehr Interesse verdient, als er sich ganz ausserhalb der Keimscheibe im grobkörnigen

*) Auch C. F. Sarasin spricht von einem „ganzen Nest von Zellen", welches er bei der Eidechse in seltenen Fällen im Grunde einer Furche auffand. L. c. S. 200.

Dotter in der Nähe der Oberfläche vorfand und noch ziemlich ursprüngliche Form und Grösse aufwies. Er war ein wenig länglich, besass ein deutliches Chromatingerüst und Kernkörperchen und glich den Nebenspermiumkernen früherer Furchungsstadien. Dotterfreies Protoplasma umgab ihn; eine Protoplasmastrasse war nicht mehr sichtbar. Dieser Fund beweist, dass die Nebenspermiumkerne ausserhalb der Keimscheibe noch lange, bis in späte Furchungsstadien hinein, ihre ursprüngliche Form und Lage bewahren können. Ausserdem fielen noch mehrere intensiv gefärbte Riesenkerne auf. Einer davon lag merkwürdigerweise in einer grossen oberflächlichen Zelle im Epithelverbande und zeigte eine ziemlich regelmässige, länglich ovale Form. Ein zweiter, blasser gefärbter, mehr höckriger Kern gehörte gleichfalls einer Epithelzelle an. Die anderen lagen aber tiefer, der eine in einer abgeschnürten Furchungszelle, der zweite, der langgestreckt und unregelmässig war, in einer Bodenknospe. Ob diese Kerne Derivate von Nebenspermiumkernen darstellten, liess sich nicht mehr entscheiden, für die beiden ersten wird dies auch sehr unwahrscheinlich, da sie in Epithelzellen lagen. Wohl war ihre Herkunft von Nebenspermiumkernen bei einer Kerngruppe herzuleiten, welche ich in einer abgeschnürten Zelle antraf, die sich am Grunde des peripheren Endes einer Radiärfurche vorfand und jedenfalls durch Abschnürung einer Knospe entstanden war. Die 3 Kerne waren intensiv gefärbt, von länglich unregelmässiger Form und ungleich gross, zwei davon bedeutend grösser, als der dritte. Wahrscheinlich waren sie durch Zerfall eines Nebenspermiumkernes entstanden.

Späte Furchungsstadien.

Fig. 53—56.

Die Abfurchung ist in diesen Keimscheiben weiter gediehen und die Furchungshöhle grösser geworden: an ihren tieferen Stellen lassen sich 4—6 Zelllagen, einschliesslich der oberflächlichsten, unterscheiden. Infolge der Abfurchung erscheint der Boden der Furchungshöhle sehr uneben und ungleich vertieft. Die oberflächlichste, einschichtige Zelllage des mittleren Furchungsbezirkes ist epithelartig und besteht aus kleinen, kubischen oder fast zylindrischen Zellen, deren oberer Teil hell und dotterfrei ist und je einen rundlichen Kern birgt, während ihr unterer Teil trübe und mit zahlreichen kleinen Dotterkörnchen durchsetzt ist.

Das abgefurchte Blastomerenfeld erstreckt sich schon bis in die Nähe des Keimscheibenrandes. Mehr oder weniger intensiv gefärbte und unregelmässige Riesenkerne wurden in vereinzelten abgeschnürten Blastomeren in der Furchungshöhle mehrfach angetroffen.

Die Unterscheidung der Paraspermiumkerne wird durch das Auftreten der Zackenkerne jetzt sehr erschwert und nur möglich, wenn die Kerne in der für Paraspermiumkerne charakteristischen Lage sich befinden. Ich habe sie daher nur noch in Fig. 54 auffinden können, hier aber mit grosser Bestimmtheit.

Zu meiner Überraschung fand ich in diesem Präparat auch ganz ausserhalb der Keimscheibe in dem groben Dotter noch einen Paraspermiumkern, welcher von einer schmalen Zone dotterfreien Protoplasmas umgeben war; eine Protoplasmastrasse liess sich nicht mehr erkennen. Dieser Kern war nur klein, schwach gefärbt und trug noch mehr die Anzeichen der Degeneration, als die im Dotter gelegenen Paraspermiumkerne der Fig. 49. An einer andern Stelle traf ich im Grenzgebiet dieser Keimscheibe eine ähnliche, kleine Protoplasmaanhäufung unter der Oberfläche an, aber ohne Kern; wahrscheinlich war der Kern hier schon zu Grunde gegangen.

Ausserdem wurden an der Peripherie des Furchenfeldes noch 8 unregelmässige, intensiv gefärbte, meist sehr grosse Kerne gefunden, welche in der Nähe von Lücken oder in bisweilen fast ganz abgeschnürten Erhebungen im Grunde von Furchenausstrahlungen lagen, und deswegen wohl als Nebenspermiumkerne angesprochen werden können. Ob auch 4 ebenso aussehende, z. T. sehr grosse, stark tingierte Kerne, welche im Boden der Furchungshöhle, also weit entfernt von der Oberfläche, lagen, in der Tat Paraspermiumkerne waren, was mir nicht unwahrscheinlich ist, muss ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls hatten diese Kerne schon ganz die Lage der Periblastkerne angenommen. Die übrigen im Boden der Furchungshöhle beobachteten Kerne waren meist klein, unansehnlich und nicht leicht aufzufinden, weil sie vom groben Dotter verdeckt wurden; auch reguläre Mitosen wurden in diesem Präparat im Boden der Furchungshöhle mehrfach wahrgenommen.

Fig. 174 auf Taf. VIII ist einer Serie durch eine der Fig. 54 ähnliche Keimscheibe entnommen und veranschaulicht die Furchungszellen des Randbezirkes des Furchungsfeldes. Die oberflächlichen Zellen sind noch relativ gross, rundlich oder auch etwas abgeplattet und besitzen einen sehr auffälligen hellen Hof, welcher frei von Dotterkörnchen ist und den Kern umschliesst. Der Hof findet sich auch in den Zellen unter dem Epithel. Eine Zelle ist in der Zerschnürung begriffen. In den mit grobkörnigem Dotter erfüllten, abgeschnürten, tiefer gelegenen Zellen ist je ein intensiv gefärbter Zackenkern sichtbar; in den noch nicht abgeschnürten, dotterhaltigen Stücken am Boden der Furchungshöhle war in diesem Schnitt gerade kein Kern mitgetroffen.

Fig. 57.

In diesem Stadium, welches zur Blastula hinüberleitet und von welchem 12 Stücke geschnitten wurden, ist insofern ein Fortschritt erfolgt, als die Abfurchung den Bereich der Keimscheibensubstanz an ihrer Peripherie überschritten hat und in den grobkörnigen Dotter eingedrungen ist; ihm gehören schon die peripherischen Furchen und die dunklen Stippchen des Oberflächenbildes an. Im grobkörnigen Dotter sind die Furchen oft etwas breiter und mit einer sehr feinfädigen und feinkörnigen Gerinnselmasse ausgefüllt. Auch dringen die Furchen im Innern des Dotters zentrifugal oft weiter ein, bevor sie an der Oberfläche durchschneiden. In den Serien treten daher diese mit Substanz erfüllten Lücken im Innern des Dotters in einiger Entfernung von der Oberfläche zuerst auf, um sich dann erst in den nachfolgenden Schnitten in die Oberflächenfurchen fortzusetzen. Mitosen der am meisten peripher vorgeschobenen Furchungskerne wurden in dem grobkörnigen Dotter ebenso beobachtet, wie vorher in der Substanz der Keimscheibe.

Fig. 175 zeigt einen Querschnitt durch ein der Fig. 57 ähnliches Präparat. Die Abfurchung hat rechts und links den grobkörnigen Dotter ergriffen und erstreckt sich von hier aus auf den ganzen Boden der Furchungshöhle, von welchem schon mehrfache Lagen von mit grobkörnigem Dotter beladenen Zellen abgefurcht sind. Der Boden erscheint daher unregelmässig zerklüftet und mit mehr oder weniger abgeschnürten Fortsätzen besetzt, die Zerklüftung hat aber noch nicht den darunter gelegenen Streifen weissen Dotters erreicht. Derartige unter der Keimscheibe gelegene Massen weissen, feinkörnigen Dotters (s. oben S. 30 und 31) können bei tiefer gehender Bodenfurchung mit zerfurcht werden. Nicht selten, besonders in den zentralen Teilen, erscheint die Bodenfurchung auch mehr unter dem Bilde einer Auflockerung und eines Zerfalls, sodass sich vom Boden ein ganzer Schwarm von Zellen erhebt. In den

Fortsätzen am Boden lassen sich hier und da unregelmässige, meist zackige Kerne, auch reguläre Mitosen, nachweisen. Auch besonders grosse, meist stark gefärbte Kerne wurden bisweilen in Bodensprossen und auch in isolierten Blastomeren gesehen. Häufiger waren grosse, blasse, gewöhnlich unregelmässige Kerne im Randbezirk des Furchungsfeldes: hier trifft man auch schon nicht selten Kernanhäufungen.

Typische Paraspermiumkerne habe ich aber in diesem Endstadium der Furchung nicht mehr herausfinden können, ihre Erkennung ist jetzt auch bei der allgemeinen Zerklüftung des Dotters und seiner Umgebung und bei der Unregelmässigkeit und verschiedenen Grösse der Kerne unmöglich geworden.

Die Zellen der Oberfläche haben sich noch mehr als früher epithelartig zusammengeschlossen und sind klein, mit einem meist rundlichen Kern versehen, werden gegen die Peripherie hin aber allmählich grösser und dotterreich; hier am Rande wiederholt sich das Bild der früheren Furchungsphasen.

Die Furchungshöhle ist geräumig und mit zahlreichen isolierten Zellen angefüllt. Diese Zellen sind gewöhnlich noch zahlreicher und dichter, als in der Fig. 175 angegeben wurde. Je weiter gegen die Oberfläche, um so regelmässiger, kleiner und mehr abgerundet werden sie. Mitosen sind in ihnen häufig und werden auch in den eben vom Boden abgeschnürten, mit grobem Dotter vollgepfropften Zellballen angetroffen. Es findet also eine rege Zellteilung der abgefurchten, isolierten Zellen statt. Die Zellzerschnürung muss sehr schnell vor sich gehen, da man die Zerschnürungsstadien nur selten (vgl. Fig. 174) antrifft, und jede Zelle gewöhnlich nur einen regulären Kern besitzt. Das gilt auch für die mit grobkörnigem Dotter und Zackenkernen versehenen Zellen der tieferen Lagen. Bisweilen kommt es vor, dass grosse abgefurchte Substanzklumpen, „Megasphären“ der Autoren, sich längere Zeit zwischen den kleinen Zellen ungeteilt erhalten und von der Randfurchung her sogar im Epithelverbande liegen bleiben. Vgl. Fig. 175 links. In späteren Stadien werden sie nur noch sehr selten gefunden. Während ihre Aussenzone mit zahllosen Dottertröpfchen durchsetzt ist, erscheint ihr Inneres dotterfrei und hell, lässt aber trotzdem an den Boraxkarminpräparaten über ihre Kernverhältnisse im Unklaren.

Alle Zellen liegen noch ziemlich gleichmässig verteilt in der Furchungshöhle, nur hier und da in lockeren Gruppen; auch gruppenweise Anlagerungen von Zellen an die Unterseite des Epithels kommen schon zur Beobachtung.

Fig. 176 der Taf. VIII zeigt die zelligen Elemente aus einem noch etwas älteren Furchungsstadium. Die Zellen der oberflächlichen, einschichtigen Lage sind noch mehr epithelartig geworden, ihre ursprünglich rundliche Form ist hier verschwunden, erhält sich aber noch gegen den Rand des Furchungsfeldes hin. Dafür haben sich die Elemente mehr in die Länge gestreckt und fangen an, zylindrisch zu werden. An den freien Flächen ragen die Zellenleiber aber noch konvex hervor. Gegen die Furchungshöhle hin drängt sich das untere Zellende oft beutelartig vor, sodass die Unterfläche des Epithels unregelmässig höckrig erscheint. Der gegen die Furchungshöhle vorragende Zellteil enthält viele kleine Dottertröpfchen, während der oberflächliche Zellteil davon frei ist und den Kern beherbergt. Die Umwandlung der ursprünglich zackigen, intensiv gefärbten Kerne der tiefen Lagen, ferner die allmähliche Verkleinerung der Dotterkörnchen in den Elementen der Furchungshöhle von den tiefen zu den oberflächlichen Zelllagen hin werden durch die Zeichnung genügend illustriert. Mit Zackenkernen und grobem Dotter versehene Elemente finden sich übrigens auch in späteren Stadien bisweilen noch in oberflächlicher Lage, ja selbst zwischen den Epithelzellen, letzteres allerdings nur an den Randpartien. Hervorzuheben ist, dass die mit den grossen Dottertröpfchen reich beladenen, isolierten, in der Flüssigkeit der Furchungs-

höhle frei suspendierten Zellen stets die tiefste Lage einnehmen, während die dotterarmen Elemente unter dem Epithel an der Oberfläche schwimmen; bei dem Fettgehalt des Dotters sollte man eigentlich das Gegenteil erwarten. Mithin muss der Dotter ein grösseres spezifisches Gewicht, als die in der Furchungshöhle auf diesem Stadium enthaltene Flüssigkeit, in welcher die Zellen schwimmen, haben.

In den folgenden Stadien, von welchen mehrere Stücke geschnitten wurden, dehnt sich die Randfurchung im grobkörnigen Dotter noch weiter aus, sodass der Keimbezirk mit seiner Furchungshöhle und seinem Zellenmaterial sich noch vergrössert.

Nun hört aber alsbald in dem zentralen Teil des Furchungsbezirkes am Boden der Furchungshöhle die Abfurchung mehr und mehr auf, und beschränkt sich nur noch auf den Randbezirk. Allerdings kann auch in späteren Stadien im zentralen Bodenbezirk hier und da noch eine Abfurchung stattfinden, sie tritt aber doch gegen die periphere Furchung bald ganz zurück.

Ferner gruppiert sich ein Teil der Zellmassen unter dem Epithel zu Strängen und Zellsäulen, die sich meist senkrecht an die Unterfläche des Epithels anlegen; anfangs sind die Säulen noch breit, plump, und wenig charakterisiert, alsbald verschmälern sie sich aber und treten miteinander in häufige Verbindung, sodass sie zu einer sehr auffälligen, dem Schlangenkeim eigentümlichen Bildung werden. Sie sind es, welche dem Oberflächenbild die anfangs noch wenig hervortretende, zarte, später sehr deutliche Netzzeichnung verleihen, eine Zeichnung, welche, wie oben geschildert, anfangs in einem zentralen Bezirk auftritt, sich dann aber auf den ganzen Keimhof ausbreitet.

Zwischen den Zellsträngen und damit zusammenhängend lagern sich dann andere Zellmassen der Unterfläche des Epithels in sehr unregelmässiger Schicht an, bald eine einfache, oft unterbrochene Zelllage, bald eine mehrere Zellenlagen tiefe Schicht bildend. Auch diese Zellen sind anfangs noch rundlich oder unregelmässig und reich an Dottertröpfchen, gehen dann aber in eine mehr spindelförmige, mit Fortsätzen versehene Form über und nehmen amöboiden Charakter an.

Schliesslich erhält auch die die Furchungshöhle abschliessende Zellenlage eine glatte Oberfläche und wird ganz zu einer dünnen, einschichtigen Epithelhaut.

Nunmehr ist so ziemlich das „Blastula-Stadium“ erreicht, welches in Kapitel VI näher beschrieben wird.

---

6. Das Schicksal der Paraspermiumkerne.

Das Schicksal der Paraspermiumkerne ist nicht leicht festzustellen, da die Kerne in den späteren Furchungsstadien nichts weniger als unfehlbare Unterscheidungsmerkmale darbieten, an welchen man sie von den echten Furchungskernen und ihren Derivaten mit aller Bestimmtheit unterscheiden könnte.

Dazu kommt, dass die Furchungskerne bei der Kreuzotter sich nicht in geometrischer Progression vermehren, wie Rückert das für die Keimscheibe der Selachier festgestellt hat. Bei den letzteren trifft man, nach dem genannten Autor, in jedem bestimmten Furchungsstadium immer eine ganz bestimmte Anzahl von Furchungskernen an, sodass sich die überzähligen Kerne schon von selbst als Paraspermiumkerne ergeben. Auch verlassen die Paraspermiumkerne bei der Kreuzotter die Keimscheibe nicht in der Weise, wie es Rückert bei Torpedo (s. oben S. 26) für einen gewissen Zeitpunkt der Furchung angegeben hat. Vielmehr verbleiben die Nebenspermiumkerne, welche einmal in die Keimscheibe eingedrungen sind, darin meist

auch, wenn sie nicht degenerieren, bis in die spätesten Furchungsstadien, sodass sie sowohl im Bereich des Furchenfeldes wie an dessen Peripherie neben den Furchungskernen angetroffen werden; ein Teil von ihnen rückt allerdings bei dem weiteren Fortgang des Furchungsprozesses in den Dotter nach unten hin vor.

Immerhin bieten die Paraspermiumkerne auch bis in die spätesten Furchungsstadien oft noch mancherlei Merkmale dar, welche sie in bestimmter Weise charakterisieren und kenntlich machen. Weniger sind es ihre Grösse, ihre Form und ihre meist starke Färbbarkeit, vor allem kennzeichnet sie ihre Lage in einem Hofe körnchenfreien oder doch körnchenarmen Protoplasmas, ferner an Protoplasmastrassen, in gegen Lücken vorspringenden Erhebungen, unterhalb von Einsenkungen, am Grunde von Paraspermiumfurchen oder auch von Hauptfurchen, hier oft in kleineren Bodensprossen, die bisweilen sogar zur Ablösung kommen können. Alle diese eigenartigen Lagebeziehungen, auf welche oben (S. 50—53) bei Besprechung der ersten Furchungsstadien schon eingehend hingewiesen wurde, erhalten sich oft noch in den späteren Furchungsstadien, wenn auch nicht sehr ausgeprägt, so doch meist noch in gut erkennbaren Andeutungen.

Die Thatsachen, welche ich feststellen konnte, sind kurz zusammengefasst nun die folgenden:

Die Zahl der Paraspermiumkerne ist nicht nur in den frühen Furchungsstadien, sondern auch in den mittleren und späteren merkwürdig verschieden. Darin stimmen meine Befunde mit den Resultaten, welche Oppel und Nicolas bei Reptilien und Rückert bei Selachiern erhalten haben, völlig überein. Der letzte Forscher fand z. B. unter zwanzig Eiern von Torpedo im Befruchtungsstadium innerhalb der Keimscheibe als Minimum in einem Falle nur einen einzigen Nebenspermiumkern, als Maximum 56, im Durchschnitt 10—30. Noch erheblichere Differenzen, die sich hier durch die inzwischen stattgefundenen Kernteilungen erklären, stellte er in späteren Furchungsstadien fest; so wurden z. B. in zwei Keimscheiben im Stadium von 64 Furchungskernen einmal 16, in einem anderen Falle dagegen 236 „Merocytenkerne“ (Rückert) gezählt.

In der folgenden Tabelle gebe ich einen Überblick über die Anzahl der von mir in den einzelnen Keimscheiben beobachteten Paraspermiumkerne; ich habe darin auch die Riesenkerne aufgeführt, auf welche ich noch zurückkommen werde.

a) Erste Furchungsstadien vor dem Auftreten der Latitudinalfurchen.

In der Keimscheibe der Fig.	1	befanden sich	25	Paraspermiumkerne
„ „ „	2	„	34	„
„ „ „	3	„	14	„
„ „ „	4	„	14	„
„ „ „	5	„	13	„
„ „ „	6	„	14	„
Im Präparat (nicht gezeichnet)	61	„	29	„
In der Keimscheibe der Fig.	7	„	19	„
„ „ „	13	„	8	„

b) Frühe Furchungsstadien nach dem Auftreten der Latitudinalfurchen.

In der Keimscheibe der Fig.	8	befanden sich	53	Paraspermiumkerne
„ „ „	9	„	9	„
„ „ „	10	„	36	„

In der Keimscheibe der Fig.	11	befanden sich	81	Paraspermiumkerne
„ „ „	12	„	37	„
„ „ „	16	„	2 (einer davon in einer abgefurchten kleinen Zelle)	„
„ „ „	17	befanden sich	0	Paraspermiumkerne
„ „ „	18	„	27	„
„ „ „	19	„	über 20	„
„ „ „	20	„	über 20	„
„ „ „	35	„	21	„
„ „ „	36	„	9	„
„ „ „	37	„	6	„
„ „ „	38	„	21	„

c) Mittlere Furchungsstadien.

In der Keimscheibe der Fig.	39	befanden sich	9	Paraspermiumkerne,	z. T. Riesenkerne
„ „ „	40	„	9	„	ausserdem 4 Riesenkerne
„ „ „	41	„	8	„	„ 2 „
„ „ „	42	„	6	„	„ 2 „
„ „ „	43	„	5	„	„ 4 „
„ „ „	44	„	11	„	„ 3 „
„ „ „	45	„	4	„	„ 3 „ (ob 2 davon Paraspermiumkerne?)
„ „ „	46	„	0	„	ausserdem 3 Riesenkerne (ob Paraspermiumkerne?)
„ „ „	47	„	0	„	
„ „ „	48	„	4	„	ausserdem 5 Riesenkerne (in isolierten Blastomeren; ob Paraspermiumkerne?)
„ „ „	49	„	5	„	davon 1 Riesenkern
„ „ „	50	„	0	„	
„ „ „	51	„	0	„	
„ „ „	52	„	1 (4?)	„	mehrere Riesenkerne

d) Späte Furchungsstadien.

In der Keimscheibe der Fig.	53	befanden sich	0	Paraspermiumkerne,	mehrere Riesenkerne
„ „ „	54	„	9	„	4 „
„ „ „	55	„	0	„	mehrere „
„ „ „	56	„	0	„	„ „

Bei einem Blick auf die Tabelle fällt zunächst die Verschiedenheit der Zahlen auf. Die höchste Anzahl von Paraspermiumkernen beobachtete ich in dem frühen Furchungsstadium der Fig. 11, nämlich 81 Stück, während in dem nahestehenden Stadium der Fig. 17 kein einziger Nebenspermiumkern gefunden wurde.

Es ist wahrscheinlich, dass die grosse Anzahl der Paraspermiumkerne nicht von vornherein in den Keimscheiben vorhanden war, sondern erst durch Teilung der Kerne entstanden ist. Allerdings habe ich nur einmal in der Keimscheibe der Fig. 4 zwei irreguläre Mitosen von Paraspermiumkernen gesehen, in

derselben Keimscheibe, in welcher auch unter 3 Furchungskernen der eine sich in Karyokinese befand, während die beiden andern Furchungskerne im Ruhezustand verharrten. Mitosen der Paraspermiumkerne sind bei Reptilien auch von Oppel und Nicolas beobachtet worden. In den übrigen Keimscheiben deuteten die häufiger zur Beobachtung gekommenen Gruppen von 2—4 dicht zusammenliegenden Paraspermiumkernen wohl auf vorangegangene Kernteilungen, sei es mitotische, sei es amitotische, hin.

Auch die Frage muss diskutiert werden, ob die Furchungen mit den vielen Paraspermien ganz normale gewesen sind und ob bei ihnen nicht vielmehr eine Überfruchtung bestanden hat, vielleicht hervorgerufen durch die veränderten Lebensbedingungen der Muttertiere während ihrer allerdings nur ganz kurzen Gefangenschaft. Diese Möglichkeit scheint mir aber kaum vorliegen zu können, da die Furchungen sonst nichts Abnormes darboten; sie könnte auch nur für die allerersten Furchungsstadien Geltung haben, da bei den späteren Stadien die Befruchtung schon eingetreten war, als die Tiere sich noch in der Freiheit befanden. Ähnlich weitgehende Differenzen wurden ja auch bei anderen Wirbeltieren beobachtet, wie oben angeführt ist.

Ferner bemerkt man sofort, wenn man die Tabelle von den ersten bis zu den späten Furchungsstadien durchgeht, dass die Zahl der Paraspermiumkerne wesentlich abnimmt, je weiter die Furchung vorschreitet; sie wurden zuletzt sogar 7mal ganz vermisst. Zur Erklärung dieser Abnahme sind die folgenden Möglichkeiten heranzuziehen: entweder gehen die Kerne zu Grunde oder sie werden in eine andere Kernformation übergeführt, sodass sie als Paraspermiumkerne nicht mehr unterschieden werden können, oder es ist beides der Fall.

Dass die Paraspermiumkerne z. T. degenerieren und zu Grunde gehen, davon glaube ich mich des öfteren in den Präparaten überzeugt zu haben. In der obigen speziellen Schilderung der Befunde in den Serien konnte ich wiederholt darauf hinweisen, dass an solchen Stellen, die durch ihre Nachbarschaft als Lagestätten von Paraspermiumkernen charakterisiert wurden, kleine, unregelmässige, geschrumpfte Kerne mit den Anzeichen der Degeneration und auch Kernbröckel gefunden wurden. Auch vermisste ich an solchen typischen Lagestätten Paraspermiumkerne bisweilen ganz, wahrscheinlich weil sie schon zu Grunde gegangen waren. Besonders auffällig wurde dieser negative Befund an manchen Nebenfurchen. Auch Rückert*) bemerkt für die Selachier, dass in den späten Furchungsstadien eine Abnahme der „Merocytenkerne“ sehr auffallend wird und denkt zunächst daran, dass schon während der Furchung ein Teil davon durch Degeneration zu Grunde geht.

Andrerseits habe ich Anhaltspunkte dafür, dass manche Paraspermiumkerne nicht zu Grunde gehen, vielmehr zu den Kernen einer anderen Zellenformation werden. Das sind Nebenspermiumkerne, welche sich noch entwickelungsfähig erhalten haben und in den Bereich des Abfurchungsgebietes gekommen sind. Im speziellen Teil habe ich mehrfach erwähnt, dass die Paraspermiumkerne im Bereich des Furchenfeldes und in seiner Nähe besonders ausgeprägt waren, meist ziemlich gross und von unregelmässiger Form erschienen und sich lebhaft färbten. Die Paraspermiumkerne in grösserer Entfernung von dem Furchungsfelde, besonders an der Peripherie der Keimscheibe und auch ausserhalb der letzteren, hatten dagegen häufig, wenn sie nicht den Stempel der Degeneration an sich trugen und unansehnlich waren, wenigstens annähernd das Aussehen und die ursprüngliche Form bewahrt, welche

*) L. c. S. 661.

die Paraspermiumkerne nach ihrer Umwandlung aus Spermiumköpfen zeigen. d. h. sie waren mehr regelmässig, rundlich oder oval mit deutlicher Kernmembran. Kerngerüst und Kernkörperchen; dazu kommt, dass diese Kerne auch meist oberflächlicher lagen. Die intensiv gefärbten Paraspermiumkerne im Bereich des Furchenfeldes und in dessen Nähe waren dagegen gewöhnlich mehr in die Tiefe gegen den groben Dotter hin und in diesen selbst hineingerückt, sodass sie zum Teil dotterwärts von der ersten tangentialen Furchungsebene in dem Boden der jungen Furchungshöhle angetroffen wurden. Diese Befunde hatte ich wiederholt in den mittleren Furchungsstadien zu verzeichnen. Es scheint mir nun, dass die in den Bereich der Abfurchung kommenden Paraspermiumkerne durch ihre tiefe Lage in dem Dotter und durch den in ihrer Nähe sich abspielenden Furchungsprozess in ihrer Ernährung derart günstig beeinflusst werden, dass sie anstatt zu degenerieren, vielmehr wachsen, chromatinreicher werden und schliesslich z. T. in die grossen, intensiv gefärbten Riesenkerne übergehen, welche ich in den späteren Furchungsstadien oft an für Paraspermien charakteristischen Stellen angetroffen habe. Dass die Lage in dem grobkörnigen Dotter Kerne beeinflussen kann, hat uns das Beispiel der Zackenkerne gezeigt, welche Derivate echter Furchungskerne sind und durch ihre Lage im groben Dotter chromatinreich, intensiv gefärbt und unregelmässig, manchmal auch besonders gross werden, kurz ein Aussehen erhalten, welches von dem der oberflächlichen Furchungskerne sehr abweicht, und welches sie erst wieder verlieren, nachdem der grobe Dotter in ihren Zellen verarbeitet und eingeschmolzen ist. Einen Teil der oben beschriebenen Riesenkerne bin ich daher geneigt, auf umgewandelte Paraspermiumkerne zurückzuführen. Allen schon früh auftretenden Riesenkernen diese Herkunft zuzuschreiben, ist aber nicht zulässig, da unzweifelhaft auch aus gewöhnlichen Furchungskernen „Riesenkerne" hervorgehen können, wie ihr gelegentliches Auftreten in den oberflächlichen Blastomeren und ihr häufiges Vorkommen am Keimrand späterer Stadien (s. Blastula) beweisen.

Ein weiterer Beweis dafür, dass nicht alle Paraspermiumkerne zu Grunde gehen, vielmehr zum Teil recht lebenskräftig bleiben, ist die von mir beobachtete Abfurchung von Paraspermiumzellen. Um die Paraspermiumkerne konzentriert sich ein Teil des umliegenden Protoplasmas, sodass eine kleine, runde, fast ganz oder ganz abgeschnürte Zelle entsteht. Welche Rolle hierbei die zum Kernbereich gehörigen Zentralkörperchen spielen, habe ich noch nicht feststellen können. Meist liegen diese Paraspermiumzellen, wie ich sie nennen will, innerhalb der Keimscheibe, wie aus ihrer Substanz herausgeschnitten, nur selten erreichen sie bei der Viper die Oberfläche. Die beiden Textfig. 8 und 9 haben uns davon je ein Beispiel vorgeführt. Eingeleitet wird diese Abfurchung dadurch, dass das Protoplasma in der Umgebung der Paraspermiumkerne oft in Lücken oder am Grunde von Einsenkungen und Paraspermiumfurchen, in Form von kegel- oder knopfförmigen Vorsprüngen vorragt, wie im speziellen Teil geschildert wurde. Jedenfalls ist die Abfurchung von Paraspermiumzellen bei der Viper keine häufige Erscheinung und wurde nur in vereinzelten Fällen beobachtet. Interessant ist, dass auch Rückert*) an der Keimscheibe der Selachier entdeckt hat, dass bei Auftreten der ersten Furchen eine im allgemeinen kleine, individuell aber sehr wechselnde Zahl von „Merocytenkernen" einen Anlauf zur Abfurchung nimmt. Jene Kerne umgeben sich fast nur mit oberflächlichen Furchen, die im Oberflächenbild sichtbar werden, bald darauf aber wieder verstreichen; nur in Ausnahmefällen stellt dieser Vorgang, nach Rückert, eine echte Abfurchung dar.

*) L. c. S. 630 und S. 676.

Ausser der Abschnürung dieser Paraspermiumzellen glaube ich aber auch eine echte Abfurchung von Paraspermiumkernen am Boden der Furchungshöhle erkannt zu haben. Ich konnte am Boden der Furchungshöhle anscheinend charakteristische Paraspermiumkerne in zum Teil oder ganz abgeschnürten Bodenknospen nachweisen: diese abgeschnürten Zellen waren kleiner, rundlich oder unregelmässig und besassen meist einen unregelmässigen, intensiv gefärbten, oft zu einem Riesenkern vergrösserten Kern. Ich glaube in der Tat, dass es sich hier um abgefurchte Paraspermiumkerne gehandelt hat, wenn auch ein zwingender Beweis dafür schwer zu erbringen ist. Die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, würde also die Möglichkeit vorliegen, dass die von Paraspermiumkernen herrührenden kleinen Furchungszellen sich teilen und ihre Teilprodukte der Zellmasse des Keimes beimengen. Derivate von Paraspermiumkernen würden sich dann am Aufbau des Embryos beteiligen können, wenn auch nur ausnahmsweise und in sehr beschränktem Masse. Auch Rückert hebt für die Selachierkeimscheibe hervor, dass in späteren Furchungsstadien eine Abfurchung vereinzelter „Merocytenkerne" zweifellos vorkommt, und stellt durchaus nicht in Abrede, dass ihre Derivate sich dem embryonalen Zellenmaterial beimischen können.

Während in diesen Punkten eine sehr bemerkenswerte Übereinstimmung meiner Befunde mit denen Rückerts besteht, bin ich hinsichtlich der Herkunft der Periblastkerne*) bei der Kreuzotter zu wesentlich anderen Ergebnissen gekommen, wie Rückert bei den Selachiern. Der genannte Forscher hat in seiner mehrfach zitierten Abhandlung ausgeführt, dass die Paraspermium-(Merocyten-)kerne die Keimscheibe verlassen, in den Dotter übertreten und zu den Periblastkernen werden. Fast die sämtlichen Periblastkerne sollen sich von den Paraspermiumkernen herleiten. Für ihre Entstehung aus Furchungskernen kommen, nach Rückert, nur die peripher mit dem Dotter noch in Verbindung gebliebenen Zellen in Betracht. Ich habe schon oben betont, dass ich bei der Kreuzotter die Periblastkerne aus im Dotter liegengebliebenen, von den Furchungszellen herstammenden Tochterkernen herleiten, mithin als oogennetisch bezeichnen muss. Dabei ist es aber sehr wohl möglich, dass gelegentlich auch einer der tieferen, in den Dotter gerückten, dem Boden der Furchungshöhle angehörenden Paraspermiumkerne im Dotter liegen bleibt und zu einem spermogennetischen Periblastkern wird. Ich halte es sogar nach meinen oben geschilderten Befunden für sehr wahrscheinlich, dass dies gelegentlich einmal eintritt. Bei weitem die Mehrzahl der Periblastkerne, in vielen Keimscheiben, in welchen die Paraspermiumkerne von vornherein nur spärlich waren oder auch früher zu Grunde gingen, wohl ihre Gesamtheit, stammt indessen, meiner Ansicht nach, bei der Kreuzotter von den echten Furchungszellen ab.

Schliesslich muss ich noch darauf besonders hinweisen, dass ich Paraspermiumkerne auch ganz ausserhalb der Keimscheibe, wenn auch in ihrer Nähe, im grobkörnigen Dotter angetroffen habe, ein Befund, welcher für die Lehre von der Attraktion und Reizwirkung der Keimscheibensubstanz auf die Spermien von Interesse ist. Im ganzen konnte ich diese Beobachtung in 7 Keimscheiben (Fig. 1, 10, 11, 35, 49, 52, 54) machen, die Erscheinung ist also bei der Viper garnicht selten, wenn auch durch-

*) Ich wähle für die im Dotter im Boden der Furchungs- resp. Subgerminalhöhle vorkommenden, von mehr oder weniger deutlichem Protoplasma umgebenen Kerne die indifferente, schon von Agassiz und Witmann, Ziegler und anderen Autoren gebrauchte Bezeichnung: Periblastkerne resp. Periblasten. Andere Namen dafür sind, um nur die gebräuchlichsten anzuführen: Couche sousjacente (Lereboullet), intermediäre Schicht, Parablast (His, von Kupffer, Klein, Henneguy u. a.), Merocyten (Rückert), Dottersyncytium (H. Virchow), subgerminale Clasmatocytenschicht (Mehnert).

aus nicht regelmässig. Diese Kerne lagen dicht unter der Oberfläche zwischen den groben Dotterkörnern und waren meist nur von sehr wenig Protoplasma umgeben, zu welchem in einigen Fällen noch eine deutliche Protoplasmastrasse führte. Der letztere Umstand beweist, dass sie nicht, wie nach Rückert bei den Selachiern, aus dem Innern der Keimscheibe dotterwärts ausgewandert sein können. Ihre Form war regelmässig, rundlich oder oval, mit deutlichem Chromatingerüst und Kernkörperchen. Beachtenswert ist, dass sich diese Paraspermiumkerne auch noch im späten Furchungsstadium (Fig. 49, 52, 54) nachweisen liessen, wenn auch in zwei Fällen (Fig. 49, 54) in sehr degeneriertem Zustande. Ihre Zahl war nur gering: einmal wurden 5, zweimal je 2, in den übrigen Präparaten nur je ein Kern gefunden.

Die gleiche Beobachtung hat Rückert*) auch bei Torpedo gemacht, bei welchem Selachier schon von der Befruchtungszeit an innerhalb des Dotters Kerne gesehen wurden, die nicht aus der Keimscheibe ausgetreten waren, sondern von Spermaköpfen abgeleitet werden mussten, welche direkt in den Dotter eingedrungen waren. Ihre Zahl schwankte individuell noch erheblicher, als die der Merocytenkerne innerhalb der Keimscheibe selbst: gänzlich vermisst wurden sie an keinem daraufhin untersuchten Ei, doch waren manchmal nur wenige vorhanden, in andern Fällen wurden weit über 100 in einem den Keim ringförmig umgebenden Dotterstreif gezählt. Im Gegensatz zu meinen Befunden stellte Rückert bei Torpedo fest, dass diese Paraspermiumköpfe bald nach ihrem Eintritt in den Dotter zu Grunde gehen.

Aus den obigen Ausführungen geht wohl mit Sicherheit hervor, dass die in die Keimscheibe und ihre Umgebung eingedrungenen Paraspermien, trotz ihrer oft grossen Zahl, bei der Entwickelung des Keimes keine wesentliche Rolle spielen. Das beweist schon ihre individuell so sehr wechselnde Anzahl in den einzelnen Keimscheiben. Ein Teil von ihnen geht wohl unzweifelhaft zu Grunde. Ein anderer Teil kann, wie ich glaube, wenn er im Bereich des Furchungsfeldes und im groben Dotter unter bessere Ernährungsverhältnisse gekommen ist, sich abfurchen und unter Umständen der Keimhaut zugesellt werden. Schliesslich können Paraspermiumkerne auch gelegentlich im Boden der Furchungshöhle liegen bleiben und, wie mir scheinen will, zu Periblastkernen werden; die eigentliche Quelle der letzteren sind aber die Furchungskerne. Das durch die Paraspermiumkerne repräsentierte Kernmaterial wird eben verwendet, soweit es lebenskräftig bleibt, wie es gerade die Entwickelungsvorgänge in der Keimscheibe mit sich bringen. Irgend eine wesentliche Bedeutung für den Aufbau des Keimes haben diese Paraspermien aber wohl ebensowenig, als ihnen, nach eingetretener Befruchtung, noch eine Spezifität zukommt. —

*) L. c. S. 658.

VI. Das Blastulastadium.

(Taf. III.)

Das Blastulastadium geht, wie im vorigen Kapitel Abschnitt 4 und 5 geschildert, einerseits unmittelbar aus den ältesten Furchungsstadien hervor, andererseits lässt es sich auch von den darauffolgenden Stadien nicht scharf abgrenzen. Als Blastula im weiteren Sinne kann man die Stadien bezeichnen, welche sich von der Entfaltung eines einschichtigen Blastodermepithels bis zu den ersten Anfängen der Gastrulaeinstülpung erstrecken, mithin noch die Ausbildung des Embryonalschildes und die allerersten Anfänge der Randsichelbildung umfassen.

Immerhin tritt in der Entwickelung der Kreuzotter doch ein Stadium gut ausgeprägt hervor, welches sich als Blastula im engeren Sinne auffassen lässt und durch die folgenden Punkte charakterisiert wird, nämlich:

1. durch die Beschaffenheit des Epithels;

2. durch die Zusammenlagerung und Anordnung des grössten Teiles des Zellenmaterials der Furchungshöhle zu Strängen und Säulen, welche mit einer unter dem Blastoderm gelegenen Zellenschicht in Verbindung stehen und durch das Blastodermepithel als Netzzeichnung hindurch schimmern;

3. durch die Umbildung der oberflächlichen Blastocyten der Furchungshöhle unter dem Blastoderm zu amöboiden Zellen;

4. durch das Aufhören der Abfurchung in den zentralen Teilen des Bodens der Furchungshöhle.

Die Fig. 62 und 63 der Taf. III geben Flächenbilder von zwei reinen Blastulaformen, bei welchen noch keine Andeutung eines Embryonalschildes vorhanden ist, während die Fig. 64—68 Ottern-Blastulae im weiteren Sinne darstellen, welche schon die allmähliche Ausbildung des Embryonalschildes erkennen lassen und zu den Gastrulationsstadien (Fig. 69 u. folg.) hinüberleiten.

In Fig. 62 ist der kreisrunde Keimhof von einem dunklen, leicht eingesunkenen Rande umgeben, welcher der äussersten Grenze der Zellabfurchung entspricht; eine Randfurchung ist, wie oft, nicht mehr sehr ausgeprägt. Darauf folgt nach Innen eine schmale, weissliche Zone, in welcher die grossen, stark dotterhaltigen Furchungszellen dichtgedrängt liegen. Das ganze davon umschlossene Innere des Flächenbildes ist durchscheinend und lässt häufig konfluierende, dunkele Flecken und Stippchen und dazwischen eine dichte, zarte Netzzeichnung erkennen, welche letztere durch die Zellbalken der Furchungshöhle bedingt wird. Im übrigen ist die Oberfläche des Blastoderms ganz glatt, von zufälligen, durch die Behandlung hier und da entstandenen leichten Einsenkungen abgesehen; Zellgrenzen sind auch am Rande nicht mehr zu erkennen.

In Fig. 63 wird der längliche Keimhof noch von einer breiten Zone mit sehr deutlicher Randfurchung umsäumt. Im Innern lässt er die Netzzeichnung mit den dunkeln Stippchen dazwischen erkennen, die aber etwas gröber ist, als in der vorigen Figur; das variiert je nach der Anordnung der sie verursachenden Zellbalken.

Die Schnittbilder durch dieses Stadium, von welchem 12 Stücke von verschiedenen Individuen in Serien zerlegt wurden, sind recht einförmig.

Das Blastodermepithel ist eine einschichtige, dünne Zelllage von 0,012—0,020 mm Dicke und wird von kleinen, kubischen oder nahezu zylindrischen Zellen gebildet. Ihr meist rundlicher Kern ist gewöhnlich der Oberfläche nahe gerückt; der basale Zellteil besitzt noch zahlreiche kleine Dottertröpfchen. Mitosen, deren Spindelachse parallel der Eioberfläche gerichtet ist, sind in ihnen häufig. An der Peripherie gehen die Epithelien in die grösseren und dotterreichen Elemente der Randzone über. In der letzteren trifft man jetzt sehr häufig unregelmässige, höckerige Kerne und Kernzusammenlagerungen. Am häufigsten sind 2—5 Kerne in einer Zelle neben Zellen mit einem regulären Kern. Nicht selten habe ich jedoch auch förmliche drusenartige Zusammenlagerungen von sehr zahlreichen Kernen, 2 Dutzend und mehr, gesehen, die meist so dicht in einem Haufen zusammengedrängt waren, dass sich nicht mit Sicherheit entscheiden liess, ob sie vollständig von einander getrennt waren oder noch zusammenhingen. In manchen Fällen war ihre Trennung aber sehr deutlich. Bisweilen waren die Kerne in Form einer Kugelschale um ein helleres Zentrum angeordnet. Die Grösse der einzelnen Kerne einer Kerngruppe zeigte sich bisweilen auffällig verschieden. Die Zellen mit grossen Kerndrusen waren gewöhnlich vergrössert. Diese Kernanhäufungen wurden im Randbezirk und dessen Nähe angetroffen, nicht allein in den Blastodermzellen, sondern auch in den isolierten, dotterhaltigen Zellen in der peripherischen Region der Furchungshöhle und in den Furchungsstücken des Randes. Ihr Vorkommen ist in den Eiern sehr verschieden. Meist waren sie nicht allzuhäufig, aber doch fast in jedem Schnitt und bestanden nur aus kleinen Gruppen. Bisweilen traten sie in dem Randbezirk aber sehr auffällig in den Vordergrund. Es wollte mir scheinen, als ob sie zu dem Auftreten der Mitosen in bestimmter Beziehung ständen: in Keimen mit wenig Mitosen wurden bisweilen auffällig viele Kernagglomerate gefunden und umgekehrt, doch traf das nicht immer zu.

Ausser diesen Kernagglomeraten liessen sich hier und da in jedem Keim innerhalb des Randbezirkes Riesenkerne, bisweilen von sehr auffälliger Grösse und unregelmässiger Form, nachweisen, waren aber im allgemeinen nur in geringer Anzahl vorhanden. Meist waren sie blass gefärbt, oft nahmen sie den Farbstoff aber auch sehr stark auf. Intensiv gefärbte, auffällig grosse und eigentümlich länglich geformte Zackenkerne fanden sich dann ferner im Furchungsgebiet des Bodens, meist in den noch grossen, stark dotterhaltigen Furchungszellen.

Das Zellenmaterial in der Furchungshöhle hat sich in diesem Stadium beträchtlich vermehrt, sowohl durch Abfurchung vom Rande her, als durch Teilung der Zellen selbst. Auch die Ausbildung der Zellstränge ist weiter vorgeschritten, insofern als sie dünner und länger geworden sind, sich häufig festonartig miteinander verbinden und oft abgerundete Hohlräume zwischen sich fassen. Die unter dem Blastoderm sich ansammelnde Zellenmasse, mit welcher sie zusammenhängen, stellt eine sehr unregelmässige, nicht selten unterbrochene, meist einschichtige, stellenweise aber auch mehrschichtige Lage dar.

Unter dem Blastoderm nehmen die in seiner Nähe gelegenen Blastocyten nun eine sehr ausgesprochen amöboide, mit Fortsätzen versehene, sehr wechselnde, meist langgestreckte Form an. Anfangs sind sie

noch breit spindelförmig oder mehr rundlich und reich an gröberen Dottertröpfchen, wenn auch die ganz grossen Dottertropfen hier schon seltener zur Beobachtung kommen. Alsbald wird ihre Form aber schlanker, und die Grösse und Zahl der Dottertröpfchen nehmen in ihnen ab. Die letzteren verschwinden aber nicht ganz, sondern erhalten sich noch bis in späte Stadien. Weiterhin treten diese Zellen in einen sehr lockeren, gegenseitigen Verband, besonders in den oberen Teilen der Zellstränge, dann aber auch in der Zellenlage unter dem Blastoderm; hier setzen sie sich oft durch feine Ausläufer miteinander in Verbindung. Zwischen den Zellsträngen verbleiben noch viele Zellen isoliert, ohne gegenseitigen Anschluss; das letztere gilt auch für die in den tieferen Teilen der Furchungshöhle gelegenen, mit grobkörnigem Dotter angefüllten Elemente.

Schliesslich lokalisiert sich im Blastulastadium die Abfurchung mehr und mehr in der Nähe des Randbezirkes, sodass der zentrale Teil des Bodens der Furchungshöhle meist schon in grösserer Ausdehnung glatt erscheint. Am Boden findet man bisweilen auch schon eine dünne Lage von Detritus mit Zell- und Kernfragmenten. Bei guter Kernfärbung gelingt es unschwer, in der Substanz des glatten Bodens vereinzelte, in die Dottermasse des Bodens eingesenkte Kerne (Periblastkerne) nachzuweisen, die meist den intensiv gefärbten Zackenkernen gleichen. Sie liegen in wechselnder Tiefe, merkwürdigerweise bisweilen ganz an der Oberfläche des Bodens und werden von einem sehr dünnen Protoplasmahofe umgeben. Ihre Zahl war in den einzelnen Eiern verschieden, bisweilen waren sie sehr spärlich, in einzelnen Eiern wies dagegen fast jeder Schnitt 1—4 Bodenkerne auf. Auf die Abstammung dieser Periblastkerne ist oben in Kapitel V Abschnitt 6 hingewiesen worden.

Variationen in dem Auftreten und der Ausbildung der obigen Strukturen kommen vor. So können z. B. an grossen Blastulae die Zellstränge noch plump und ohne charakteristische, amöboide Zellen sein. In weiter vorgeschrittenen Stadien mit schon grösserem Embryonalschild wird ferner die Bodenfurchung zentralwärts bisweilen noch sehr ausgedehnt gefunden. Das wechselt ebenso, wie die Grösse der Keimfelder selbst, welche sich bei runden Formen durchschnittlich auf 5—6 mm, bei länglichen Formen auf 6—8 mm im (längsten) Durchmesser beläuft; bei vorhandener breiterer Randfurchung (Fig. 63, 64) vergrössern sich die Ausmasse um ca. 2 mm.

VII. Die Ausbildung des Embryonalschildes.

A. Im Flächenbilde.

Die erste Anlage des Embryonalschildes kündigt sich im Flächenbilde dadurch an, dass das Blastoderm im mittleren Bezirk des Keimhofes mehr weisslich und weniger durchsichtig wird. Infolgedessen verschwindet hier die Netzzeichnung mehr und mehr, es sieht aus, als würde eine immer dicker werdende Milchglasschicht darüber gelegt. Die weisse Stelle kann sich im Zentrum des Keimhofes ausbilden, liegt aber häufiger exzentrisch und erscheint anfangs noch wenig abgegrenzt, mehr diffus. Alsbald hebt sie sich aber von der Umgebung schärfer ab und wird zu dem meist deutlich hervortretenden Embryonalschild, der Area embryonalis, wie ich mit von Kupffer diese Verdickung der äusseren Keimhaut nenne.

Die Fig. 64 und 65 der Taf. III zeigen das weissliche, noch wenig abgegrenzte Feld, in Fig. 66 wird es schon deutlicher, in den Fig. 67 und 68 ist dann die Area embryonalis ausgebildet und von der Umgebung gut zu unterscheiden, zeigt aber, ebenso wie die vorhergehenden Stadien, noch nicht die geringste Spur einer weiteren Differenzierung, worauf ich besonders hinweise. Von Fig. 69 ab bis Fig. 89 der Taf. IV machen sich dann am hinteren Rande des Embryonalschildes weitere Umbildungen geltend, die bei der Besprechung der Gastrulation geschildert werden sollen.

Der ausgebildete Embryonalschild stellt ein weissliches, an der Oberfläche glattes Feld dar von länglich ovaler, elliptischer, selten rundlicher Begrenzung und meist exzentrischer Lage. Vgl. die Fig. 67—85.

Nach aussen vom Embryonalschild bleibt eine durchsichtige Zone übrig, die erste Andeutung der Area pellucida, welche auf diesem Stadium zunächst der Ausdehnung des weiten Teiles der Furchungshöhle entspricht. In ihr schimmern die Zellstränge der Furchungshöhle durch das Blastoderm als Netzzeichnung hindurch, sodass das Gebiet zwischen dem Schild und dem Keimhofrande mehr oder weniger scheckig gefleckt aussieht. Da sich im Bereich dieser Zona pellucida in der Nähe des Schildes in einem bestimmten Stadium der Gastrulation reichliche Zellmassen unter dem Blastoderm anlagern, so wird diese Zone später teilweise undurchsichtiger und weisslich, sodass sich der Unterschied zwischen ihr und dem Embryonalschild verwischt, und der letztere später nicht mehr so deutlich hervortritt. Das ist z. B. der Fall in den Fig. 83—85. Ja, es kann dadurch in den betreffenden Stadien der Gastrulation der Embryonalschild im Flächenbilde ganz undeutlich werden, solange nicht die Keimhaut vom Ei abpräpariert wird. So ist es z. B. in Fig. 82, in welcher der Embryonalschild im Flächenbild nicht zu unterscheiden ist, obwohl die Gastrulation schon bis zur Perforation des Urdarms in die Furchungshöhle vorgeschritten war. Am deutlichsten erscheint die Netzzeichnung der Zona pellucida in Chromsäurepräparaten (Fig. 76, 77 und 89) und kann hier besonders in den jüngeren Stadien

(Fig. 77) auch noch durch die Area embryonalis, wenn auch nur gedämpft, hindurchschimmern. In der Nähe des Keimhautrandes wird die Netzzeichnung undeutlicher und hört ganz auf, weil hier im Innern die Zellen, wie wir sehen werden, noch nicht zu lockeren Strängen zusammengetreten sind; vielmehr liegen hier die frisch vom Boden abgefurchten, noch dotterreichen Blastomeren dichtgedrängt und füllen den Randteil der Furchungshöhle aus. In Chromsäurepräparaten erscheint dieser Randbezirk daher meist weisslich und ist bisweilen ziemlich breit. Fig. 76, rechts. Man könnte diese peripherische Zone als Zona opaca bezeichnen, wobei aber zu betonen ist, dass sie an den einzelnen Eiern eine sehr verschiedene Ausbildung zeigt. Nach aussen gehen davon spärliche, kurze, meist undeutliche Furchungsspalten aus, die in den Zeichnungen nicht angegeben sind und in den späteren Stadien auch nicht mehr zur Beobachtung kommen. Nur im Anfang (Fig. 64) kann um das Blastoderm herum noch eine breite Randfurchung auftreten. Den Abschluss bildet meist eine diffuse, gewöhnlich hellere, dem grobkörigen Dotter angehörende Zone, welche wie ein Rahmen das Keimgebiet umgibt. Vgl. z. B. Fig. 76. Auch am frischen Ei treten die Unterschiede zwischen Zona opaca und pellucida schon hervor.

Die Fig. 78 und 79 der Taf. III zeigen die den Fig. 64—66 entsprechenden Stadien am ganzen Ei in natürlicher Grösse. Man erkennt schon mit blossem Auge den weisslichen, verdickten, weniger durchsichtigen Teil des Blastoderms. An den gleichfalls in natürlicher Grösse gezeichneten Eiern der Fig. 80 und 81 ist der Embryonalschild deutlich abgesetzt und als länglicher, heller Fleck gut erkennbar.

B. Im Schnittbilde.

Die Ausbildung des Schildes wird in erster Linie veranlasst durch eine Verdickung des einschichtigen Blastodermepithels. Die vorher mehr kubischen Zellen werden höher, zylinderförmig. Dabei findet eine rege mitotische Zellteilung statt. Die Spindelachsen der Mitosen sind meist parallel zu der Oberfläche gerichtet. Häufig habe ich sie aber auch senkrecht dazu gestellt gesehen, woraus hervorgeht, dass eine Zellabschnürung in die Tiefe des Epithels stattfindet. Der letztere Umstand bedingt, dass die Kerne, welche anfangs in dem Blastoderm nahe der Oberfläche ziemlich in gleichem Niveau lagen, sich in verschiedener Höhe anordnen, was um so auffälliger wird, je mehr sich das Epithel verdickt. Auch an diesen in die Tiefe gerückten Kernen habe ich anfangs hier und da Mitosen beobachtet. Das geschieht aber nur, solange das Schildepithel noch niedrig ist; später kommen in dem dicken Schildepithel Mitosen nur in den oberflächlichen Zelllagen zur Beobachtung.

Diese Epithelwucherung der Blastodermzellen ist es aber nicht allein, welche die Schildverdickung verursacht. Hier und da trifft man nämlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung unter dem zum Schilde sich verdickenden Blastoderm Gruppen von Blastocyten meist in Verbindung mit Zellsträngen, welche der Unterfläche des Epithels so innig anliegen, dass die Grenze zwischen ihnen und dem Epithel nicht mehr zu erkennen ist. Man gewinnt den Eindruck, dass sie sich dem Blastoderm an- und einlagern und in den Verband des Epithels eintreten. Fig. 178 der Taf. VIII zeigt eine solche Stelle mit Zellenassociation. Das Blastoderm ist noch dünn, nur erst wenige Zellkerne haben eine tiefere Lage eingenommen. Die Zellkerne selbst sind meist rundlich oder ein wenig länglich. An die Unterfläche des Blastoderms treten 3 Zellstränge aus der Tiefe der Furchungshöhle heran, deren untere Elemente noch gross, unregelmässig, mit groben Dottertropfen beladen und je mit einem Zackenkern dazwischen

versehen sind. Nach oben hin werden Zellen und Dottertröpfchen kleiner und regelmässiger, während der Kern eine rundliche Form und gewöhnliche Färbung annimmt. Die oberen Zellen besitzen schon ausgesprochen amöboiden Charakter. Das besonders zellenreiche obere Ende des mittleren Zellstranges hat sich dem Blastoderm nun angelagert und zwar so intim, dass sich Blastocyten zwischen die Blastodermzellen einschieben. Nach dem mikroskopischen Bilde muss man annehmen, dass diese Blastocyten sich dem Epithel associieren und zum Wachstum des Schildes beitragen. An solchen Stellen sind auch die Zellkerne besonders auffällig mit ihrer Längsachse in verschiedener Richtung angeordnet. Während früher, wie oben gezeigt wurde, Zellen vom Blastoderm in die Furchungshöhle hinein abgeschnürt wurden, kehren jetzt Zellen aus der Furchungshöhle zum Blastoderm zurück.

Eine ähnliche Stelle bietet Fig. 180. Das Epithel ist hier schon etwas dicker geworden. Die Zellkerne befinden sich in verschiedenem Niveau. An einer Stelle haben sich wiederum Blastocyten dem Epithel dicht angelagert und tragen zu dessen Verdickung bei. Die Grenzen zwischen diesen sich associierenden Zellen kann man z. T. noch gut wahrnehmen, während die Grenzen zwischen den Epithelzellen des Schildes in diesen Eisessigsublimatpräparaten oft nicht deutlich sind.

Dass diese so intim angelagerten Zellen nicht etwa Derivate des Epithels selbst sind, welche in die Furchungshöhle auswandern, geht zunächst daraus hervor, dass zwischen diesen Zellen und in ihrer unmittelbaren Nähe sich bisweilen mit Dotter und Zackenkernen versehene Elemente vorfinden, welche im Epithel nicht vorkommen, vielmehr nur aus der Tiefe stammen können. Fig. 180. Sodann werden Mitosen an solchen Stellen mit angelagerten Zellen nur selten gefunden.

Ausser an diesen Zellgruppen erhält man auch oft bei einzelnen angelagerten Zellen den Eindruck der Verschmelzung mit dem Epithel.

Auch am Rande der Schildverdickung rekrutiert sich das Schildepithel aus Blastocyten der Furchungshöhle. Fig. 179 gibt einen Durchschnitt durch einen Schildrand wieder, dessen Epithel schon ziemlich dick geworden ist; die Zellkerne liegen in ihm bereits in mehreren Lagen übereinander. Nach rechts hin geht der Schild allmählich in das dünne Blastoderm der Zona pellucida über. An dieser Stelle sieht man mehrere amöboide Zellen in einer Anlagerung, die es durchaus wahrscheinlich macht, dass sie sich dem Schildepithel definitiv einverleiben.

Auf diese Beteiligung des Zellenmaterials der Furchungshöhle an der Bildung des Schildes hat auch Will*) bei der Ringelnatter kürzlich hingewiesen.

Durch diese Faktoren wächst der Schild mehr und mehr in die Dicke. In den Stadien der Fig. 64 und 65 ist das Epithel an seiner dicksten Stelle 0,02—0,025 mm hoch, in Fig. 66 misst es 0,025—0,0375 mm. Schliesslich resultiert ein von hohem, an den dicksten Stellen 0,037 bis ca. 0,05 mm dickem, geschichtetem Epithel gebildeter Schild, welcher an den Rändern in das sich verdünnende, einschichtige Epithel der Zona pellucida allmählich übergeht und dadurch im Flächenbild deutlich als längliche, weisse, durchsichtige Stelle hervortritt. Fig. 67, 68 der Taf. III. Die Kerne der Epithelzellen sind rundlich, oft auch ein wenig länglich; die länglichen stellen sich mit ihrer Längsachse jetzt senkrecht zur Oberfläche. Sie liegen auf dem Schilddurchschnitt über die ganze Dicke des Epithels zerstreut,

*) L. Will: Über die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter. Biologisches Centralblatt, Bd. XIX, Nr. 12.

besonders gehäuft in seinen tieferen Lagen, fehlen aber auch in der Nähe der freien Oberfläche des Epithels nicht. Die Zellteilungsvorgänge spielen sich von jetzt ab mit nur äusserst seltenen Ausnahmen ausschliesslich in den oberflächlichen Epithelschichten ab. Die freie Oberfläche des Schildes ist glatt, während seine Unterfläche infolge von Ungleichheiten in der Dicke des Schildes etwas unregelmässig ist. In diesem Stadium, von welchem ich mehrere Stücke geschnitten habe, ist also nur erst der Schild vorhanden, ohne jede sicher erkennbare Andeutung von Randsichel und Urmundplatte, was ich besonders betone.

Nachdem der Schild ausgebildet, kann man ihn und die mit ihm zusammenhängende, oberflächliche, einschichtige Blastodermschicht, soweit sie gut charakterisiert ist, als Ektoderm bezeichnen. Die gesamte unter dem Ektoderm gelegene, in und an der Furchungshöhle befindliche Zellenmasse kann dann als Dotterentoblast aufgefasst werden. Siehe das Nähere in Kapitel IX, die Differenzierung der Keimblätter.

Für die Furchungshöhle acceptiere ich von jetzt ab die übliche Bezeichnung Subgerminalhöhle, welche also ohne weiteres aus der Furchungshöhle hervorgeht. Dadurch, dass sich die unter dem Ektoderm gelegenen Zellen mehr und mehr zu einer zusammenhängenden Schicht zusammenschliessen, wird von der ursprünglich einfachen Höhle ein spaltartiger, zwischen Ektoderm und Dotterentoblast gelegener Raum abgetrennt, welcher besonders in den Gastrulationsstadien nach Ausbildung der Vorderlippe des Blastoporus hervortritt. Wie ich schon in meiner Ringelnatterarbeit auf S. 707 in Textfig. 16 gezeigt habe, kann aber gelegentlich noch in späteren Stadien der erwähnte Spalt mit der Subgerminalhöhle wieder in Kommunikation treten, wenn auch nur in sehr beschränktem Masse.

Eine Anzahl von Autoren bezeichnet den Reptilienkeim nicht nur während der Ausbildung des Embryonalschildes, sondern auch schon auf dem von mir als Blastula im vorigen Kapitel beschriebenen Stadium als „zweischichtig“ und lässt ihn aus einem Ektoderm oder äusseren Keimblatt und einem Entoderm oder inneren Keimblatt bestehen; der Bildungsprozess dieser beiden Blätter wird von ihnen als „erste Phase der Gastrulation“ bezeichnet. Nach obigem kann ich dem nicht beipflichten. Denn es ist nicht angängig, die Zellenmasse des Keimes auf diesen Stadien in zwei differente Keimblätter zu trennen, solange von den inneren Zellen Elemente zur Schildbildung in die äussere Keimhaut übertreten, vielmehr folgt daraus, dass ihr Zellencharakter noch ein indifferenter ist. Ich war daher berechtigt, im vorigen Kapitel die Bildungsstadien des Embryonalschildes noch als Blastula im weiteren Sinne zu bezeichnen. Erst nach der Ausbildung des Schildes wird die Unterscheidung zweier gesonderter Keimschichten zulässig. Vgl. auch den Abschnitt 6 des folgenden Kapitels.

VIII. Die Gastrulation.

1. Die Entstehung der Randsichel und der Urmundplatte.

In meiner Abhandlung über die frühesten Entwickelungsvorgänge am Ei der Ringelnatter*) habe ich gezeigt, dass als erste Einleitung des Gastrulationsprozesses am hinteren Schildrande die Randsichel oder Archistomsichel auftritt, deren Entstehung ich von ihren ersten Anfängen bis zur typischen Ausbildung an zahlreichen Präparaten verfolgen konnte. Bei der Ringelnatter wird sie sehr auffällig und ist schon am intakten Ei als weissliche, mehr oder weniger gebogene, schmale Sichel mit blossem Auge sofort wahrnehmbar; ihre Länge kann recht beträchtlich sein und sich auf $1^{1}/_{2}$ bis sogar etwas über 3 mm belaufen. Die sichelförmige Biegung ist meist sehr ausgesprochen, nicht selten aber auch weniger, sodass die Verdickung mehr geradlinig wird. In der Fig. 1 der meiner Abhandlung beigegebenen Taf. XXIX habe ich eine typisch ausgebildete Randsichel am Schild der Natter abgebildet.

In einer weiteren Abhandlung**) habe ich sodann die erste Entstehung der Randsichel bei der Natter nach Befunden in zahlreichen Serien näher geschildert und dargetan, dass sie durch eine primäre Verdickung des Schildepithels mit sekundärer Association von Dotterentoblastzellen gebildet wird und die Vorstufe der Urmundplatte darstellt.

Bei der Kreuzotter kommt diese bei der Ringelnatter so auffällige Randsichel am Embryonalschild nun nicht in dem Masse zur Ausbildung. Obgleich mir zahlreiche Exemplare aus dieser Entwickelungsepoche zur Verfügung standen, habe ich die Sichel an den von der Eihaut befreiten Eiern weder mit blossem Auge noch bei Lupenvergrösserung wahrnehmen können. Ich traf zwar bei manchen dieser frühen Stadien an dem einen, später hinteren, Rande der Area embryonalis eine längliche, weissliche, wenn auch nicht sehr deutliche Stelle. Diese erschien aber niemals so klar und so ausgeprägt sichelförmig wie bei der Natter. Auch wurde sie erst deutlicher, wenn bereits die Archistomrinne mehr oder weniger in die Erscheinung trat. Fig. 69—77. Bei der Ringelnatter dagegen ist die Randsichel schon sehr auffällig, bevor noch eine Archistomrinne da ist. Allerdings habe ich bei der Otter, mit Rücksicht auf die Kostbarkeit des Materials, die Keimhaut in diesen Stadien nicht abpräpariert, vielmehr in situ auf dem Ei untersucht. Es ist wohl möglich, dass an der abgelösten, auf dunkler Unterlage untersuchten Keimhaut auch bei der Otter eine Randsichel mehr in die Erscheinung tritt. Andererseits habe ich bei der Ringelnatter die Randsichel oft so ausgeprägt angetroffen, dass sie schon bei Betrach-

---

*) L. c. S. 679.

**) E. Ballowitz, Die erste Entstehung der Randsichel am Embryonalschild der Ringelnatter. 1903.

tung mit blossem Auge an dem nur von den Eihäuten befreiten Ei als schmale, helle Sichel sofort auffiel. Ich glaube aber nicht, dass mir die Stadien mit Randsichel bei der Otter entgangen sind, da die Serien mich belehrten, dass sich die dem Randsichelstadium entsprechenden Entwickelungsstufen der Otter in meinen Händen befinden. Indessen will ich nicht in Abrede stellen, dass sich bei der grossen Variabilität dieser Bildungen, welche ich auch bei der Ringelnatter schon betont habe, doch einmal Keime finden können, welche die Randsichel deutlicher entwickelt zeigen, als in meinen Präparaten.

Die Veränderungen, welche am hinteren Schildende auftreten und der Randsichelbildung bei der Ringelnatter entsprechen, sind nun folgende.

Zunächst beobachtet man an dem einen und zwar später hinteren Schildrande eine Verdickung des Schildepithels. Hierdurch kommt dieser Rand in einen gewissen Gegensatz zu dem vorderen Rande, indem hinten das Schildepithel ziemlich schnell in das dünne einschichtige Epithel der Zona pellucida übergeht; am vorderen Schildrande, ebenso wie an den Seiten, ist der Übergang dagegen ein ganz allmählicher. Diese Schildverdickung bleibt aber anfangs meist nur gering und tritt dann wenig hervor; später wird sie stärker. Jedenfalls wird sie bei der Otter nicht von vorneherein so auffällig, wie ich sie bei der Ringelnatter beobachtet und beschrieben habe.

Umsomehr macht sich bei der Kreuzotter eine sehr charakteristische Auflockerung des Epithels des verdickten Schildrandes mit gleichzeitiger Anlagerung und Association von Elementen des Dotterentoblasten bemerkbar. In den ersten Anfängen ist diese Erscheinung wenig in die Augen springend, wird aber alsbald sehr auffällig; sie führt zur Ausbildung der Urmundplatte, welche ich von den ersten Andeutungen bis in alle späteren Stadien an zahlreichen Präparaten verfolgen konnte. Vgl. Fig. 181 bis 184.

Fig. 181 auf Taf. IX stammt aus einem Präparate, welches die ersten Anfänge der Sichelbildung in den Schnitten zeigte, während im Flächenbild nur erst der Embryonalschild ohne Randsichel und ohne Archistomrinne zu erkennen war. Vgl. die Flächenbilder der Fig. 67 und 68, welche dieses Stadium repräsentieren. Links zeigt der Sagittalschnitt der Fig. 181 das 0,045 mm hohe Schildepithel, rechts geht der nur sehr wenig verdickte hintere Schildrand schnell in das einschichtige Blastoderm über. In dem verdickten Schildrande sind nun die Elemente in eigentümlicher Weise gelockert, sodass schmale Spalten zwischen den einzelnen Zellen sichtbar werden, und die Form der letzteren unterschieden werden kann. Sie haben dabei ein Aussehen angenommen, welches sehr an das der amöboiden, oberflächlichen Zellen der Subgerminalhöhle erinnert. Von den letzteren haben sich an die Unterfläche der Randverdickung nur erst wenige angelagert. Diese Serie enthielt aber auch Schnitte, in welchen die Anlagerung schon reichlicher und intimer geworden war, sodass eine Grenze zwischen Epithel und angelagerten Zellen nicht mehr gezogen werden konnte. An dieser aufgelockerten Epithelverdickung kann man übrigens am besten feststellen, dass das Schildepithel ein geschichtetes ist, wenn auch die gelockerten Epithelzellen an diesen Stellen sehr bald ihren ursprünglichen epithelialen Charakter verlieren; immerhin mag aber im Bereiche des Schildes eine Anzahl von Zylinderzellen das hohe Schildepithel anfangs noch in ganzer Dicke durchsetzen.

Fig. 182 gibt gleichfalls einen Sagittalschnitt und zwar durch ein Präparat, in welchem der Associationsprozess schon weiter vorgeschritten ist. Rechts ist das Schildepithel, links (d. i. hinten) der Übergang der Randverdickung in das dünne Epithel der Zona pellucida. Die Verdickung des Schild-

randes ist stärker geworden, sodass der letztere auch an der Oberfläche des Keimes als flacher Hügel hervortritt. Die aufgelockerten Epithelzellen haben zum Teil noch ihre Pallisadenform erhalten. Sehr schön sieht man nun, wie amöboide, aus der Subgerminalhöhle vom Dotterentoblasten stammende Elemente gegen die aufgelockerte Stelle hinstreben, sich in die Lücken zwischen ihren Zellen einschieben und sich ihnen zugesellen; hierdurch wird die untere Grenze des Epithels an dieser Stelle verwischt, wenn sie auch vorläufig noch in Andeutungen erkennbar bleibt.

Dieser Prozess führt nun bei der Kreuzotter direkt zur Bildung der Urmundplatte, da bei dieser Schlange eine Randsichel, wie oben geschildert, nicht zur vollen Entfaltung kommt. Auch bei der Ringelnatter liefert ja der mittlere Teil der Randsichel die Urmundplatte, während ihre Seitenhörner verschwinden. Die in Fig. 181 und 182 abgebildeten Stadien repräsentieren wohl unzweifelhaft die Randsichelbildung bei der Kreuzotter, wie ein Vergleich mit den Schnittbildern in meiner Abhandlung über die erste Entstehung der Randsichel am Embryonalschild der Natter wohl sofort dartut. Dass die Sichel bei der Otter im Flächenbilde nicht so prägnant wird, erklärt sich vermutlich dadurch, dass die Epithelverdickung nicht so stark ist, wie bei der Natter und dass obendrein dieses Epithel sich auch nicht unerheblich lockert. Beide Faktoren verhindern wohl, dass sich eine Sichelzeichnung im Flächenbilde sehr bemerkbar macht. Ausserdem erlangt diese Bildung in meinen Präparaten von der Otter auch bei weitem nicht die seitliche Ausdehnung am hinteren Schildrande, wie bei der Ringelnatter.

Den weiteren Verlauf zeigen die Fig. 183, 184 und 186, gleichfalls Sagittalschnitte durch die hintere Schildgegend von verschiedenen Präparaten. In allen ist der lockere Zellenverband bemerkenswert. In der oben schon erläuterten Fig. 182 war die untere Grenze der aufgelockerten Epithelverdickung noch einigermassen festzustellen. In späteren Stadien ist die Grenze völlig verwischt (Fig. 183, 184) oder höchstens hier und da noch in manchen Schnitten in Andeutungen mit Mühe zu erkennen. Nur am hinteren Rande, kurz bevor der Übergang in das dünne Ektoderm stattfindet, erhält sich die untere Grenze stets sehr deutlich als scharf abgesetzte Linie (siehe Fig. 184 links); hier finden nur selten Anlagerungen statt.

In Fig. 183 ist ebenso, wie es oben schon für das noch nicht so weit vorgeschrittene Stadium der Fig. 182 hervorgehoben wurde, die Zylinderform der oberflächlichen Zellen dieser Gegend noch gut erhalten und der Epithelcharakter der Zellen an der Oberfläche noch gewahrt. Das pflegt meist bis zur Ausbildung der Archistomrinne mehr oder weniger der Fall zu sein. In der ein etwas früheres Stadium repräsentierenden Fig. 181 tritt allerdings der epitheliale Charakter der Zellen an der Oberfläche der Randverdickung schon mehr zurück, das ist aber die Ausnahme. Ich lege auf diesen Umstand Gewicht, weil daraus hervorgeht, dass die Urmundplatte aus einer Modifikation des Schildepithels selbst ihren Anfang nimmt und nicht etwa ausserhalb des Schildes aus einer dafür prädisponierten Stelle des Blastoderms entsteht.

In Fig. 183 ist der Zellenzuzug beträchtlicher geworden, sodass Epithelverdickung und Entoblastzellen nicht mehr unterschieden werden können. Die Anlagerung der Elemente geschieht übrigens ausnahmsweise in diesem Präparat nicht gleichmässig und ist im vorderen Teile stärker als im hinteren.

In den Fig. 184 und 186 haben die ursprünglichen Epithelzellen dieser Schildgegend bis zur Oberfläche vollständig ihren epithelialen Charakter abgelegt und gleichen den zugewanderten amöboiden Elementen, welche sich in immer grösserer Masse anlagern, je mehr die Entwickelung vorschreitet. Vgl. Fig. 181 mit Fig. 186. Sehr eigentümlich ist die senkrechte, sogar radiäre Richtung, in welcher die

Zellstränge und die länglichen Zellen selbst in der Gegend der Randverdickung nicht selten angeordnet sind. Fig. 184. Es macht fast den Eindruck, als ob von der fraglichen Schildgegend aus eine richtende Reizwirkung auf die amöboiden Zellen ausgeübt wird, sodass sie ihr möglichst geradlinig zukriechen. Und dass diese Zellen in hervorragendem Masse über das Vermögen verfügen, sich amöboid zu bewegen, zeigen ihre wechselnden Formen und beständigen Lageverschiebungen.

Auch hier muss dem Einwande begegnet werden, dass diese Zellen nicht zuwandern, sondern vielmehr umgekehrt vom Epithel stammen und eine Emanation des Epithels darstellen können. Dieser Einwand trifft nicht zu. Denn erstens kommen Mitosen in dieser Epithelgegend gerade zur Zeit der stärksten Association nicht gerade reichlich vor; wäre das Epithel die Matrix, so müssten hier wohl viel mehr Mitosen zur Beobachtung kommen. Sodann haben die Zellmassen das Aussehen und die Anordnung der oben geschilderten, der Furchungshöhle angehörigen Zellstränge und hängen in der Tiefe auch regelmässig mit den stark dotterhaltigen, zuletzt abgefurchten Elementen zusammen (vgl. Fig. 184), in welche sie allmählich übergehen; von den letzteren befinden sich dann und wann unter den associierten Zellen auch vereinzelte, stark dotterhaltige Elemente, die nur aus der Tiefe zugewandert sein können. Schliesslich ist in nicht zu weit vorgerückten Stadien bisweilen noch die untere Grenze der Epithelverdickung erkennbar. Dann kann man, wie oben geschildert, direkt beobachten, dass sich amöboide Zellen des Dotterentoblastes teilweise oder ganz in die Lücken zwischen den gelockerten Epithelien eingelagert haben und mit ihren Fortsätzen in Verbindung getreten sind. Man verstehe mich aber recht: Ich leugne damit nicht, dass das Epithel des Schildrandes selbst wuchert; dafür spricht schon seine Verdickung.

Die merkwürdigste und interessanteste Erscheinung dieses Prozesses ist jedenfalls die Metamorphose der ursprünglich zylindrischen Epithelzellen dieser Schildregion, welche sich zu amöboiden Zellen umbilden, die den amöboiden entoblastischen Elementen der Subgerminalhöhle völlig gleichen. Hierdurch wird einerseits die Verbindung des ektodermatischen Schildepithels mit der vom Dotter stammenden entoblastischen Zellmasse vermittelt, andererseits ein indifferentes Zellmaterial gebildet, welches weiterer Umformungen fähig ist.

Hinsichtlich der Anlagerung der Dotterentoblastzellen habe ich übrigens auch manche individuelle Abweichungen angetroffen. In einem Falle erschien die Verdickung des Schildepithels am hinteren Schildrande sehr beträchtlich, während dagegen der Zuzug von Entoblastzellen mehr zurücktrat. In allen übrigen Serien (von dem Stadium der Randsichelbildung wurden 8 Präparate geschnitten) prävalierte die Association der Entoblastzellen, die in demselben Präparate je nach den Stellen verschieden sein konnte, an der einen Stelle reichlicher, an einer anderen geringer. Manche Präparate zeigten die Zuwanderung noch massenhafter als in Fig. 184 dargestellt, und gaben ganz prächtige, überaus klare Bilder.

Am intensivsten spielte sich der Prozess stets in den mittleren (medianwärts gelegenen) Teilen des Schildrandes ab und wurde, je weiter lateralwärts, um so schwächer. Die Fig. 181 und 182 könnten daher ebensogut, wie von besonderen Präparaten, auch den Randpartien des Präparates, dem Fig. 184 entnommen wurde, entstammen. Schliesslich bleibt ganz lateral in den sagittal geschnittenen Serien gewöhnlich nur eine geringe Epithelverdickung des Schildes als letzter Rest übrig. Einigemal habe ich gesehen, dass sich diese Epithelverdickung von dem eigentlichen Schildrande lateralwärts emanzipierte und frei in das Ektoderm hineinragte. Dann erhielt ich in den lateralen Sagittalschnitten einen von dem Schildepithel durch ein ganz niedriges Epithel getrennten, kleinen Epithelhöcker. Allerdings könnte die Epithelverdünnung zwischen dem Schildrande und dem Epithelhöcker auch erst sekundär erfolgt sein.

Als Folge der Epithelverdickung und der Zellenanlagerung entsteht am hinteren Schildrande eine immer grösser werdende Zellanhäufung, wie ein Vergleich der Fig. 181, 184 und 186 der Taf. IX zeigt. Auch die mitotische Teilung der Elemente, welche sowohl an den gelockerten Epithelzellen, wie an den zuströmenden Entoblastzellen beobachtet wird, trägt zum Wachstum sehr wesentlich bei. Hauptsächlich ist es der mittlere Teil der Randverdickung, welcher wächst.

Schliesslich treten die Elemente in einen engeren Zusammenschluss, sodass sich hier eine mehr kompakte Zellmasse vorfindet. Fig. 186. Dies ist die Urmundplatte (Primitivplatte, Primitivstreifen, Primitivknopf der Autoren; vgl. hierüber Abschnitt 6 dieses Kapitels).*) Wie wir sehen werden, enthält sie aber auch noch in späteren Stadien Zufluss von Elementen des Dotterentoblastes. Vgl. Textfig. 19 auf S. 109.

Die gesamte Zellenmasse der Urmundplatte wird bei der Otter mithin sowohl von Abkömmlingen des Ektodermepithels als auch von den zugewanderten und angelagerten Zellen des Dotterentoblastes gebildet, in der Mehrzahl der Fälle liefern die letzteren wohl die Hauptmasse der Platte. Sobald die Zellen sich etwas mehr zusammengeschlossen haben, tritt in ihnen eine sehr reichliche mitotische Zellvermehrung ein, sodass die Platte bald beträchtlich wächst.

Die sämtlichen Elemente der Urmundplatte sind ziemlich gleichmässig gestaltet und tragen ein durchaus indifferentes Gepräge. Das gilt besonders auch für die oberflächlichste Lage, welche an ihrer freien Fläche zwar glatt ist, aber keinen epithelartigen, etwa an eine Ektodermschicht erinnernden Charakter mehr aufweist. Ein Epithel oder eine epithelartige Schicht lässt sich an der Oberfläche der Urmundplatte in keiner Weise mehr nachweisen. Ich habe dieses durch und durch zunächst noch gleichmässig indifferente, neu geschaffene Gewebe der Urmundplatte, in welchem noch keine Differenzierung in Keimblätter stattgefunden hat, als Blastemgewebe bezeichnet; spaltet sich von ihm das Entoderm (siehe unten) ab, so bleibt das Ektoblastem übrig.**)

Das Blastemgewebe geht sowohl in das Schildepithel wie auch in das übrige Ektoderm der Umgebung ohne jede Grenze unmittelbar über.

In diesem Stadium ist die Urmundplatte auch im Flächenbilde sehr deutlich geworden und bildet einen anfangs noch leicht sichelförmigen, später mehr länglichen, weisslichen, undurchsichtigen, senkrecht zur Längsachse des Schildes gestellten Fleck. Fig. 71—77; gegen die Subgerminalhöhle ragt sie als kleiner Höcker vor, wird hier aber gewöhnlich durch Entoblastfortsätze, welche mit ihrer Oberfläche zusammenhängen, verdeckt. An dem intakten, frischen Ei kann sie schon mit blossem Auge gut wahrgenommen werden. So ist sie in Fig. 105 auf Taf. IV an einem in natürlicher Grösse gezeichneten Ei als kleine, weissliche Stelle zu sehen, die hier sogar noch deutlicher als der Embryonalschild hervortritt. Vgl. auch Fig. 74.

---

*) In meiner Abhandlung über die Gastrulation der Ringelnatter (l. c. S. 680) habe ich sie Urmundplatte, Stomaplatte, Stomaplax genannt, um schon durch den Namen ihre wesentlichste Beziehung zur Urmundbildung hervorzuheben.

**) Vgl. meinen Bonner Vortrag. Manche Autoren haben dieses indifferente Gewebe der Urmundplatte der Reptilien schon als Mesoderm angesprochen. Das ist aber nicht zulässig, da, wenigstens bei den Schlangen, von einer Keimblatt-Differenzierung an dieser Stelle noch keine Spur vorhanden ist.

An der Oberfläche des Keimes ragt die Platte oft als kleiner Querwulst etwas hervor, Fig. 74, 76, 77. Von ihm strahlen nicht selten weissliche, durch das Ektoderm aus der Subgerminalhöhle durchschimmernde Zellstränge aus.

Wie bei der Ringelnatter, schnürt sich jetzt die Urmundplatte mehr oder weniger von dem Schildteil seitlich ab, sodass sie am hinteren Ende des Schildes fortsatzartig hervorragt, und der ganze Schild mit der weisslichen Urmundplatte mehr eine birnförmige Begrenzung erhält. Vgl. Fig. 71—73, Fig. 75 auf Taf. III.

Schon bevor die Urmundplatte als weisser Fleck deutlich wird, spielen sich auf ihrer Oberfläche und in ihrer Nähe Vorgänge ab, welche mit der Gastrulation im Zusammenhange stehen und zur Ausbildung des Archistoms und des Prostoms führen, Vorgänge, welche nunmehr besprochen werden müssen.

---

2. Das Archistom-Stadium des Blastoporus.

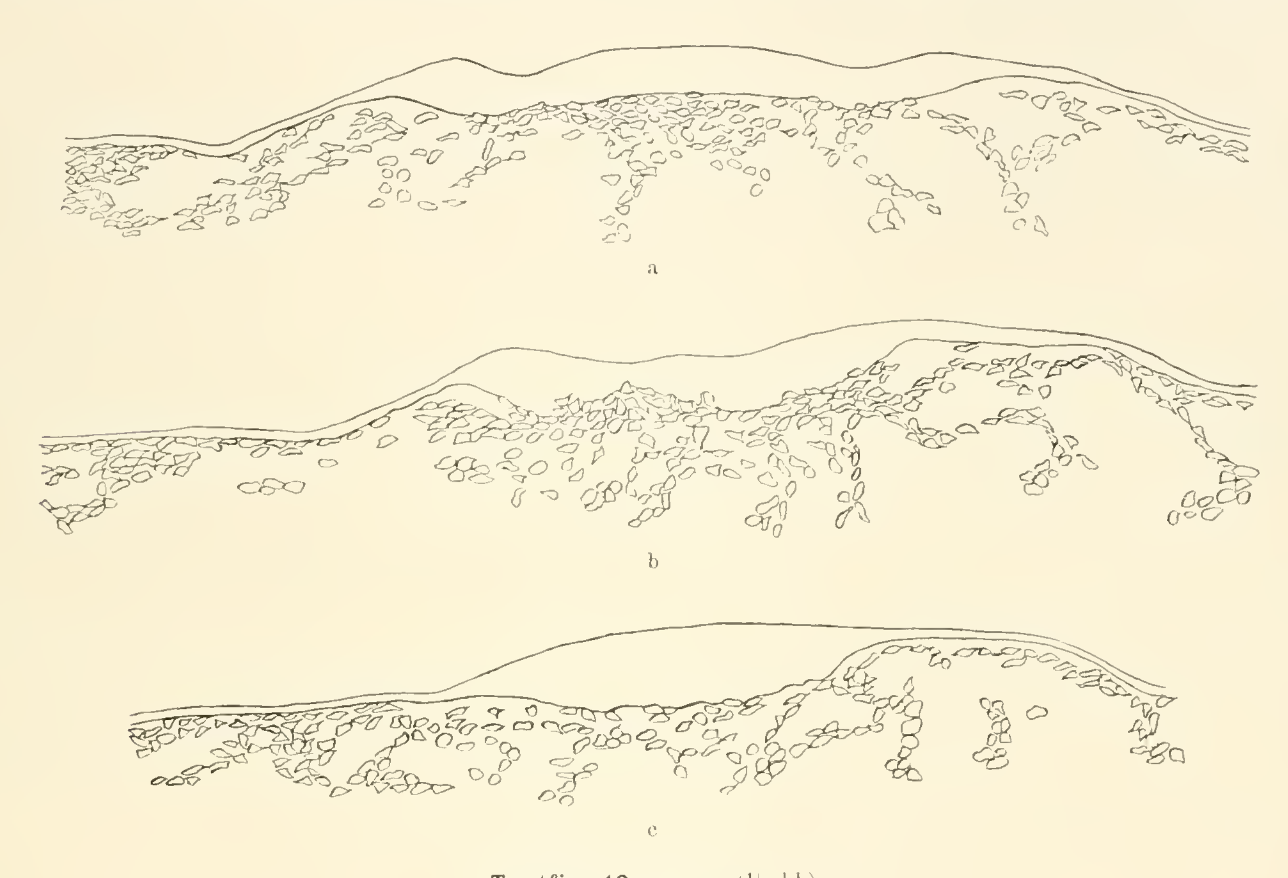
Das Archistom beginnt erst in die Erscheinung zu treten, nachdem die Randverdickung sich am hinteren Schildrande angelegt und einen bestimmten Grad der Ausbildung erlangt hat, wie am besten Sagittalschnitte durch die Keimanlage zeigen; vgl. Fig. 181—184 auf Taf. IX. Anfangs ist die Gegend des sich verdickenden hinteren Schildrandes bei der Otter, wie auch bei der Natter, an ihrer Oberfläche noch eben oder doch nur sehr wenig hervorgewölbt. Fig. 181. Alsbald springt aber der Rand bei weiter vorschreitender Verdickung und Vermehrung der Zellenassociation in Form eines flachen Höckers vor. Fig. 182. Nun tritt auf dem Höcker (Fig. 184), oder auch mehr an der Grenze gegen das noch intakte Schildepithel hin (Fig. 183) ein rinnenartiger, quer zur Schildachse gestellter Eindruck auf, welcher anfangs noch äusserst flach ist und nur bei stärkerer Lupenvergrösserung und gutem Licht in günstiger Lage des Präparates erkannt werden kann. In Fig. 69 Taf. III sieht man links am Schilde, in Fig. 70 an seinem rechten Rande dieses längliche, anfangs schwer auffindbare Grübchen. Es ist in den beiden Figuren das Grübchen in der Mitte; die anderen beiden sind leichte Schatten. In beiden Figuren lässt sich der Schild im Flächenbild noch nicht deutlich abgrenzen, ist aber im Schnittbilde gut charakterisiert. In Fig. 70 steht er senkrecht zu dem längsten Durchmesser des elliptischen Keimhofes. Auch die Urmundplatte tritt hier noch nicht als weisser Fleck hervor. Die Einsenkung ist anfangs so flach, dass es mir mehrmals vorgekommen ist, dass ich im Flächenbild mit der Lupe nichts Bestimmtes davon wahrnahm und sie erst in den Serien bei mikroskopischer Untersuchung auffand.

Jetzt wird es auch möglich, die Medianlinie der Embryonalanlage zu bestimmen, welche durch die auf die Mitte der Rinne gefällte Senkrechte gegeben ist.

In den Fig. 77, 76 und 74 ist die quere Einsenkung schon deutlicher und grösser geworden, verläuft aber noch mehr gerade. Bei weiterer Ausbildung tritt an ihr nun eine ganz typische, parallel dem hinteren verdickten Schildrand verlaufende Einbiegung derart hervor, dass ihre Konvexität nach hinten, die Konkavität nach vorn gerichtet ist. Diese halbmondförmige Einbiegung ist für dieses Stadium sehr charakteristisch und kann so stark werden, dass eine nach hinten gerichtete winkelige Einknickung (Fig. 73) entsteht. Ich habe sie Archistomrinne genannt und diese Entwickelungsstufe als Archistomstadium des Blastoporus bezeichnet. Vgl. auch Abschnitt 6 dieses Kapitels. Die Fig. 72, 73 und 75

zeigen drei typische Fälle. Die Archistomrinne wird von zwei niedrigen, seitlich zusammenfliessenden Rändern, den Archistomlippen, begrenzt. Die hintere Lippe ist gewöhnlich am deutlichsten und auch am breitesten. Aber auch die vordere Lippe lässt sich bei guter Beleuchtung durch einen leichten Schatten, welcher vor ihr auftritt, abgrenzen. Fig. 72—74.

Wie hervorgehoben, bleibt die Archistomrinne meist nur flach und erscheint daher in den Serien als nur leichte Einsenkung. Wird die Archistomgegend in einer Querschnittsserie von vorn nach hinten getroffen, so treten zuerst zwei flache Einsenkungen an der Oberfläche des Schnittes an jedem Schildrande als Querschnitte der beiden Halbmondschenkel der Rinne auf, wie in der Textfig. 10a. zu sehen ist.



Textfig. 10, a—c. ($^1/_4$ kl.)
Querschnitte durch die Archistomrinne und die Urmundplatte.

In den nächstfolgenden Schnitten nähern sich diese Einsenkungen, bis sie zusammenfliessen und eine breitere Mulde bilden. Textfig. 10b. Hinter derselben folgen dann die Querschnitte durch den Hinterlippenwulst. Textfig. 10c. Auf Längsschnitten durch ihren mittleren Teil zeigt die Rinne das Bild einer flachen, muldenartigen Vertiefung (Fig. 184 auf Taf. IX), die sich in ihren ersten Anfängen als kleine Einsenkung ankündigt (Fig. 183), sich späterhin aber gewöhnlich noch ein wenig mehr vertieft, als in Fig. 184 zum Ausdruck kommt. Sie findet sich gewöhnlich über der aufgelockerten Stelle der Schildverdickung, sodass es den Eindruck macht, dass die Einsenkung durch die Auflockerung mitbedingt wird; entsprechend der Auflockerung sinkt die Oberfläche, wie es scheint, etwas ein. Lateralwärts kann sich die Rinne aber auch auf nicht aufgelockerte Randteile fortsetzen. Die Höcker, welche die Einsenkung in Fig. 184 begrenzen, entsprechen den beiden im Flächenbild sichtbaren Lippen. Die Vorderlippe liegt

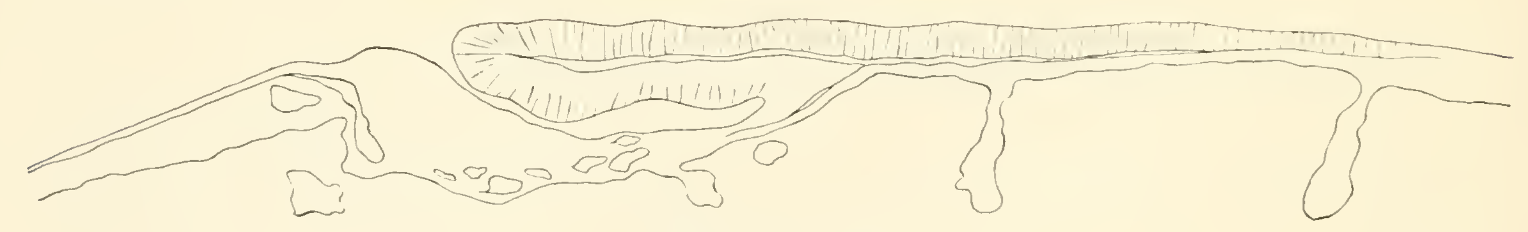
dort, wo das Schildepithel in die Urmundplatte übergeht und wird durch ein leichtes Vorspringen dieser Gegend bedingt; die Hinterlippe repräsentiert den hinteren Teil der Urmundplatte.

Wird die Archistomrinne im Flächenbild deutlich, so ist auch die Urmundplatte im Schnittbilde schon ansehnlich entwickelt; vgl. Fig. 184. Im übrigen geht die Ausbildung der Archistomrinne und die der Urmundplatte Hand in Hand, sodass auf das vorige Kapitel verwiesen werden muss; vgl. auch die Flächenbilder der Fig. 71—77.

Wie ich in meinen früheren Arbeiten gezeigt habe, kommt diese Archistomrinne auch bei der Ringelnatter sehr prägnant zum Ausdruck, ist hier aber nur eine ganz vorübergehende Bildung, welche alsbald durch das Prostom verdrängt wird.

Auch bei der Kreuzotter trifft das in bei weitem den meisten Fällen zu. Unter einem Material von 32 Präparaten mit Urdarmeinsenkung bis zum Stadium der Perforation habe ich aber doch zwei Fälle beobachtet, in welchen das Archistom mit seiner charakteristischen Biegung persistierte und sich zu einem wirklichen Urmund und einem Urdarm vertiefte. Die Fig. 87 und 88 der Taf. IV zeigen diese beiden Keimhäute, welche mit Zenkerscher Flüssigkeit fixiert wurden und sich im Anfang der Alkoholhärtung von dem Ei abgelöst hatten. In Fig. 88 ist der Blastoporus am hinteren Rande des etwas schräg zur Längsachse der Keimhaut gestellten Schildes nur wenig gebogen, etwa wie in Fig. 74 der Taf. III. Die Konvexität der Biegung sieht aber doch deutlich nach hinten, ihre Konkavität nach vorn. Das Studium der Serienschnitte ergab, dass der Blastoporus in einen 0,52 mm langen Urdarm führte, welcher vorn noch blind endigte.

Noch charakteristischer ist Fig. 87, welche die für das Archistomstadium typische Biegung des Blastoporus auf das vollkommenste aufweist und etwa die zum Urdarm vertieften Stadien der Fig. 72 und 75 auf Taf. III repräsentiert. Der Blastoporusspalt ist in diesem Präparat besonders gross, halbmondförmig nach hinten gebogen, ziemlich 1 mm der Quere nach messend und mit stark nach vorn gerichteten Enden. Die Vorderlippe ragt wie ein zungenförmiges Plättchen vor, während die Hinterlippe kaum aus der Oberfläche hervortritt. Mit der Lupe erkennt man, dass der mittlere Teil der Spalte sich tief einsenkt, weniger ihre seitlichen Enden. Ein Urdarm ist gut ausgebildet und erstreckt sich unter dem als weisse, längliche Stelle gut erkennbaren Schild eine Strecke weit nach vorn.



Textfig. 11. ($^1/_4$ kl.)

Textfig. 11 ist der Medianschnitt durch dieses Präparat; vgl. das folgende Kapitel. In den beiden Fig. 87 und 88 der Tafel ist die taschenartige Begrenzung des Urdarms und seines Kopffortsatzes übrigens schon im Flächenbilde wahrzunehmen.

Die gesamte Keimhaut, der Keimhof, ist in diesen Stadien noch nicht sehr gross, variiert aber in seiner Grösse. Bei kreisrunder Begrenzung beträgt sein Durchmesser durchschnittlich 5—6 mm, bei länglicher Form misst sein längster Durchmesser 6 $^1/_2$—9 mm, sein querer 5—6 mm.

Der längliche Embryonalschild mitsamt der Urmundplatte zeigt in seiner Medianlinie bei makroskopischer Messung ein Ausmass von 2—2½ mm, bei mikroskopischer ein solches von 1,6—2,85 mm. Die Dicke des Schildepithels hat gegen früher zugenommen und beträgt in den mittleren, dicksten Partien des Schildes 0,045 (resp. 0,05) bis 0,062 mm.

Will hat das Verdienst, die Randsichel am Embryonalschild der Reptilien zuerst genauer beschrieben zu haben, und hat zuerst scharf auf die Unterschiede hingewiesen, welche zwischen dieser Randsichel und der von von Kupffer aufgefundenen, vom Ektoderm überzogenen, später auftretenden Mesodermsichel bestehen. Will fand die Randsichel in charakteristischer Weise ausgeprägt bei dem Gecko,*) der Sumpfschildkröte**) und der Ringelnatter,***) weniger bei Lacerta.†) Auch die „Sichelrinne“, deren Biegung dem Verlaufe der Randsichel folgt, ist von Will gesehen worden.

Bei den Schildkröten erhält sich die für das Archistom charakteristische Biegung des Blastoporus regelmässig bis zu den späteren Stadien nach der Perforation des Urdarms, wie aus den von Mitsukuri,††) Mehnert,†††) Will†*) und Voeltzkow†**) gegebenen Abbildungen hervorgeht. Was bei der Kreuzotter nur ausnahmsweise eintritt, scheint hier die Regel zu sein.

---

*) L. Will, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. I. Die Anlage der Keimblätter beim Gecko (Platydactylus facetanus Schreib.). Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie, Bd. VI, Heft 1. Derselbe, Bericht über Studien zur Entwickelungsgeschichte von Platydactylus mauritanicus. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, Berlin 1889. Derselbe, Zur Entwickelungsgeschichte des Geckos. Biologisches Centralblatt, 1890.

**) Derselbe, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. II. Die Anlage der Keimblätter bei der menorquinischen Sumpfschildkröte (Cistudo lutaria Gesn.). Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie, Bd. VI, Heft 3/4. Derselbe, Zur Kenntnis der Schildkrötengastrula. Biologisches Centralblatt, Bd. XII, 1892.

***) Derselbe, Über die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter (Tropidonotus natrix). Biologisches Centralblatt, Bd. XIX, 1899. Dasselbe unter dem gleichen Titel in den Sitzungsber. d. Preuss. Akademie d. Wissensch., Berlin 1898.

†) Derselbe, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. III. Die Anlage der Keimblätter bei der Eidechse (Lacerta). Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie, Bd. IX, 1896. Derselbe, Ergebnisse einer Untersuchung des Gastrulationsprozesses der Eidechse (Lacerta). Sitzungsber. d. Preuss. Akademie d. Wissensch., Bd. XVIII, Berlin 1895.

††) Mitsukuri und Ishikawa, On the Formation of the Germinal Layers in Chelonia. Quaterly Journal of Microsc. Science. Vol. 27, 1886. Mitsukuri, Further studies on the Formation of the Germinal Layers in Chelonia. Journal of the College of Science, Imper. university Japan. Vol. V, 1891. Derselbe, On the Processus of Gastrulation in Chelonia. Ibidem. Vol. VI, 1893.

†††) Mehnert, Die Gastrulation und Keimblätterbildung der Emys lutaria taurica. Schwalbes Morphologische Arbeiten. Bd. I, 1892.

†*) L. c.

†**) Voeltzkow, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. II. Die Bildung der Keimblätter von Podocnemis madagascariensis Grand. Abhandl. der Senckenbergischen Naturf. Gesellsch., Frankfurt a. M., Bd. XXVI, Heft 3, 1901.

3. Das Prostomstadium des Blastoporus.

Ausbildung des Urdarms und Perforation desselben in die Subgerminalhöhle. — Entstehung des Kupfferschen Kanals. — Übergangsstadien zum Metastom.

Wie im vorigen Kapitel dargelegt ist, führt das Archistomstadium bei der Otter in bei weitem der Mehrzahl der Fälle nicht direkt zur Urdarmeinsenkung, vielmehr ist es vorübergehend und wird bald durch das nächstfolgende Stadium verdrängt; vgl. Fig. 82—86 und Fig. 89—97 der Taf. IV. Dies geschieht dadurch, dass die mehr und mehr hervortretende Vorderlippe des Blastoporus mit ihren seitlichen Enden nach hinten hin vorwächst. So entsteht eine Form des Blastoporus, welche zwar ähnlich gebogen ist, wie die Archistomrinne, ihre Konkavität aber nach hinten, ihre Konvexität nach vorn richtet, sich also genau umgekehrt verhält, wie der Blastoporus im Archistomstadium. Ich habe dieses Stadium, nach dem Vorgange von v. Kupffer, als Prostomstadium des Blastoporus bezeichnet.

Bei dem Vorwachsen der Vorderlippenränder flachen sich die nach vorn gerichteten Seitenschenkel der halbmondförmigen Archistomrinne sehr bald ab und verschwinden ganz. Nur in einigen Fällen habe ich im ausgebildeten Prostomstadium noch Andeutungen der ursprünglichen Archistomrinne bei guter Beleuchtung in Gestalt ganz flacher, vom Blastoporus nach vorn ziehender Furchen auffinden können, wie es in Fig. 93 zu sehen ist. Von der ursprünglichen Archistomrinne bleibt also nur der grössere, mittlere Teil erhalten, welcher sich vertieft und zu dem Prostom umgestaltet. Seitlich wird der Urmund jetzt begrenzt von den nach hinten hin hörnchenartig umgebogenen lateralen Enden der Vorderlippe.

Übrigens möchte ich hervorheben, dass der anfangs noch nicht sehr vertiefte Blastoporus in manchen Fällen nur als kurze, quer gestellte Einsenkung von mir angetroffen wurde, ohne dass seitlich davon die geringste Spur einer Archistomrinne nachzuweisen war. Wenn man nicht annehmen will, dass die letztere schon verstrichen war, so liegt der Gedanke nahe, dass die Archistomrinne in diesen Fällen überhaupt nicht mehr in ganzer Vollständigkeit zur Ausbildung gekommen ist und das Archistomstadium dann mehr oder weniger übersprungen wurde. Diese Vermutung gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass ja auch die Randsichel bei der Kreuzotter, im Vergleich mit derjenigen der Natter, in meinen Präparaten nur eine unvollkommene Entwickelung zeigte. Ähnliches berichtet auch Will*) von Tropidonotus tesselatus.

Der Rand der Vorderlippe, welcher das Prostom nach vorn begrenzt, tritt um so schärfer hervor, je tiefer sich der Urmund zum Urdarm einsenkt. Er ist meist ein wenig nach vorn ausgebuchtet (Fig. 82, 93, 94, 97 der Taf. IV), bisweilen stark abgerundet (Fig. 83, 86, 91), häufig aber auch mehr gradlinig (Fig. 84—86, 95), seltener springt er nach hinten hin ein wenig konvex vor, Fig. 92 und 96.

Auch eine winkelige Einknickung der Vorderlippe wurde beobachtet, wenn auch gewöhnlich nicht so ausgesprochen, wie bei der Ringelnatter und auch erst in den späten Phasen des Prostoms. Überhaupt habe ich eine so weitgehende Variabilität der Urmundbilder, wie bei der Ringelnatter,**) bei der Otter nicht konstatieren können, wenn auch die Figuren der Taf. IV schon eine ziemliche Auswahl verschiedener Formen erkennen lassen. Dabei ist aber zu bedenken, dass ich von der schwer zu beschaffen-

---

*) L. Will, Über die Verhältnisse des Urdarms und des Canalis neurentericus bei der Ringelnatter. Biologisches Centralblatt, Bd. XIX, 1899, S. 400.

**) Vgl. meine Abhandlung: Urmundbilder im Prostomstadium des Blastoporus bei der Ringelnatter. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung, 1902.

den Kreuzotter naturgemäss nicht ein so enormes Material erlangen konnte, wie es mir gerade von diesen Stadien bei der Ringelnatter zur Verfügung stand.

Auch die Grösse des Prostoms variiert, wie ein Blick auf die Fig. 90—97, welche bei gleicher Vergrösserung gezeichnet wurden, beweist. Bei gutem Licht lässt sich die Prostomöffnung schon mit blossem Auge als kleiner dunkler Strich wahrnehmen, wie die in natürlicher Grösse gezeichneten, im Prostomstadium befindlichen Eier der Fig. 106—108 zeigen. Fig. 90 stellt einen von den übrigen Präparaten abweichenden Blastoporus dar, welcher nur einmal beobachtet wurde und in Fig. 71 auf Taf. III mit der ganzen Keimhaut abgebildet ist. Die Öffnung war hier sehr klein und besass in der deutlich vom Schild abgesetzten Urmundplatte eine merkwürdig schräge Lage; die Einsenkung ging noch nicht sehr in die Tiefe. In allen andern Präparaten war die Platte stets so gestellt, dass die Medianebene des Embryonalschildes durch ihre Mitte ging, und der längste Durchmesser des Prostoms senkrecht zu dieser Schildachse stand; vgl. die Figuren der Taf. IV.

Jemehr die Vorderlippe bei der Ausbildung des Prostoms im Flächenbild hervortritt, um so niedriger wird die Hinterlippe. Anfangs ist sie im Flächenbild als weisslicher Wulst hinter der Einsenkung des Blastoporus noch deutlich zu erkennen; vgl. Fig. 83, 84, 92, 94 und 95 der Taf. IV. Der Blastoporus gleicht dann einer halbmondförmig gebogenen oder auch mehr länglichen, in die Tiefe führenden Spalte. Nicht selten erhielt ich gleiche Bilder, wie ich eines in Fig. 4 der Taf. 29 meiner Ringelnatterarbeit*) abgebildet habe. Alsbald wird die Hinterlippe aber immer niedriger und undeutlicher und verschwindet schliesslich ganz, sodass die Gegend unmittelbar hinter dem Urmund ganz flach und mehr durchsichtig erscheint. Fig. 82, 85, 86, 89, 91, 96, 97. Das Bild erinnert dann etwa an eine Dachluke. Besonders in Fig. 96 tritt dies hervor, wenn man diese Abbildung mit der nebenstehenden Fig. 95 vergleicht. Auch hierdurch wird mithin ein Unterschied des Prostoms von dem Archistom gegeben, bei welch letzterem die Hinterlippe im Flächenbild gewöhnlich deutlicher ausgeprägt und breiter, als die Vorderlippe, ist.

Die wesentlichsten Veränderungen bei der Entfaltung des Prostoms spielen sich in der Tiefe ab und führen zur Ausbildung des Urdarms und weiterhin zum Durchbruch desselben in die Subgerminalhöhle.

Ein besonderes Interesse beanspruchen die allerersten Anfänge des Hervorwachsens der Vorderlippe und der Einsenkung des Urdarms, wie sie sich in den Serienschnitten darbieten.

Wie wir gesehen haben, entspricht die Vorderlippe des Archistoms ziemlich der hinteren Grenze des intakt bleibenden Schildepithels gegen das modifizierte Zellengewebe der Urmundplatte hin; vgl. Fig. 184 der Taf. IX. Diese Stelle erhebt sich nun zuerst in dem mittleren Bereich des Archistoms, sodass hier in den Sagittalschnitten ein kleiner, abgerundeter Höcker hervorwächst. Bevor dies geschieht und meist auch noch in den ersten Anfängen des Entstehens dieses Höckers habe ich bei der Otter Faltungen des Schildepithels unmittelbar vor dieser Stelle häufiger angetroffen, in ganz gleicher Weise, wie ich das bei der Ringelnatter*) schon eingehend beschrieben habe. Von diesen Faltungen können bis 5 an einem Schilde auftreten. Ich erhielt dadurch bei der Kreuzotter ganz ähnliche Bilder, wie ich sie von der Ringelnatter in meiner zitierten Abhandlung*) in den Textfig. 6 und 7 der Seite 690 abgebildet habe. Auch kleinste Epithelgrübchen, die sich in einigen Fällen schon im Flächenbild mit der Lupe feststellen liessen, konnte ich im Bereich des Archistoms ganz in der Nähe der Vorderlippe er-

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901

kennen. Bei der Ringelnatter habe ich diese Faltungen des Schildepithels, die ich auch bei der Kreuzotter nur in diesen Anfangsstadien beobachtete, auf mechanische Ursachen zurückgeführt und als Stauchungen des Schildepithels, gewissermassen mechanische Versuche des wachsenden Schildepithels, in die Tiefe zu kommen, aufgefasst und muss ich auf meine dortigen Ausführungen verweisen; l. c. S. 690—691. Meine gleichlautenden Befunde bei der Otter bestärken mich in der Annahme, dass meine Ausführungen wohl zutreffen mögen. Auf leichte, bei dem Schneiden entstandene Kräuselungen der Paraffinschnitte können die beschriebenen Faltungen jedenfalls nicht zurückgeführt werden, das ist ausgeschlossen, da sie, wie erwähnt, nur in diesen Stadien beobachtet wurden und auch das Oolemm, wenn es an der Oberfläche des Präparates noch erhalten war, die Einbiegungen nicht mitmachte, vielmehr geradlinig darüber hinweglief. Wären es Kräuselungen der Paraffinschnitte, so hätte auch das Oolemm an diesen Stellen die gleichen Erscheinungen aufweisen müssen.

Das Vorwachsen der Vorderlippe des Prostoms, die Einsenkung und Ausbildung des Urdarms geschehen nun in derselben Weise, wie es von mir schon ausführlich genug bei der Ringelnatter geschildert und durch Zeichnungen illustriert worden ist.*) Ich kann daher auf diese Beschreibung verweisen und mich hier kurz fassen. Nur folgendes hervorzuheben, sei mir gestattet.

Fig. 186 auf Taf. IX stellt einen Medianschnitt durch Embryonalschild, Prostom und Urmundplatte nebst dem ganzen Keimbezirk in einem Stadium dar, in welchem die Prostomeinsenkung noch klein ist, und die Vorderlippe eben erst anfängt, als abgerundeter Höcker selbstständiger hervorzutreten. Man sieht das Schildepithel, welches hinten und in der Mitte am dicksten ist, nach vorn aber ganz allmählich dünner wird und in das einschichtige Blastoderm übergeht. Dicht hinter dem Blastoporus liegt die aus Blastemgewebe bestehende Urmundplatte, die an der Oberfläche als abgerundeter, flacher Hügel in die Erscheinung tritt und dadurch die Hinterlippe des Blastoporus bildet. Sie stellt schon eine ansehnliche, zellige Verdickung dar, an welcher die Auflockerung der Zellenmasse in ihrem Innern und der Zusammenhang ihrer amöboiden Zellen mit denen der Entoblastzellstränge der Subgerminalhöhle schon bei schwacher Vergrösserung in jedem Präparat evident sind. Irgend eine Abgrenzung der Zellenmasse von den Zellen der Subgerminalhöhle und gegen die letztere hin ist nicht vorhanden, insbesondere lässt sich noch nirgends ein typisches Entoderm**) unterscheiden. Ebenso ist an der Oberfläche der Urmundplatte keine Spur einer epithelialen, ektodermatischen Differenzierung mehr zu erkennen, wie oben schon betont wurde. Die Zellen sind hier zwar enger zusammengeschlossen und besitzen auch eine äussere glatte Oberfläche, können aber von denen der Tiefe, mit welchen sie zusammenhängen, nicht abgegrenzt und unterschieden werden.

Nach vorn hin schiebt sich diese Zellenmasse unter den hinteren Teil des Schildes eine kleine Strecke weiter in Form eines auf dem Längsschnitt dreieckigen Fortsatzes vor, welcher mit den Dotterentoblastzellen der Subgerminalhöhle vorn und oft auch unten zusammenhängt; das ist die erste Anlage des sogenannten Kopffortsatzes der Autoren, der wohl besser als Chordafortsatz der Urmundplatte zu bezeichnen wäre. Dieser Fortsatz legt sich bei der Otter sehr früh an und ist oft schon im Stadium der

---

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901.

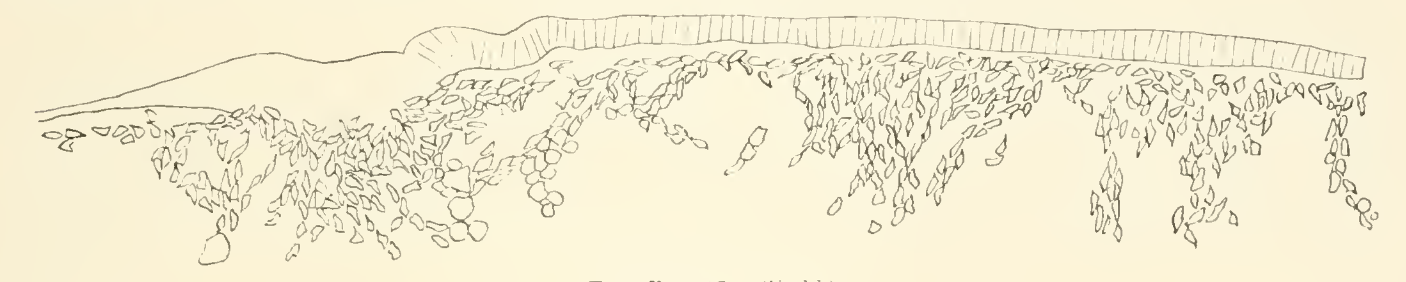
**) Ich bezeichne die einschichtige Zellenhaut, welche sowohl durch Abspaltung von der Unterfläche des Blastems der Urmundplatte und von der Unterfläche des Dotterentoblastes, als auch dadurch entsteht, dass sich der Dotterentoblast zum Teil zu einer einschichtigen Lage verdünnt, einfach als Entoderm. Vgl. hierüber Abschnitt 6 dieses Kapitels und Kapitel IX, die Differenzierung der Keimblätter.

ausgebildeten Archistomrinne angedeutet. Die vordersten, länglichen Blastemzellen der Urmundplatte sind nämlich mit ihrem Längsdurchmesser bisweilen nach vorn hin gerichtet, sodass es aussieht, als ob diese Zellen nach vorn hin kriechen. Diese Zellenmasse ist auch die Ursache dafür, dass schon in den ersten Stadien der Archistombildung die Gegend vor der Rinne als weissliche, undurchsichtige Stelle lippenartig hervortritt; vgl. Fig. 76 und 77 und auch die Fig. 72—75 der Taf. III. Es ist denkbar, dass durch das Vorwärtsstreben dieser Zellen, welche unter dem vordersten Abschnitt der Archistomrinne lagern, ein weiteres mechanisches Moment, eine Art Zug, gegeben wird, welches die Ausbildung der Prostomeinsenkung befördert.

Nach hinten hin schärft sich die Urmundplatte sehr schnell zu und geht direkt in das einschichtige, niedrige Blastoderm über. An dieser Stelle grenzt sie sich deutlich von der Subgerminalhöhle ab, es sieht aus, als ob das ektodermatische Blastoderm sich hier plötzlich zu einem mehrschichtigen kurzen Zellansatz verdickt, welcher kontinuierlich in die indifferente Zellenmasse der Urmundplatte übergeht; vgl. auch Fig. 184 links.

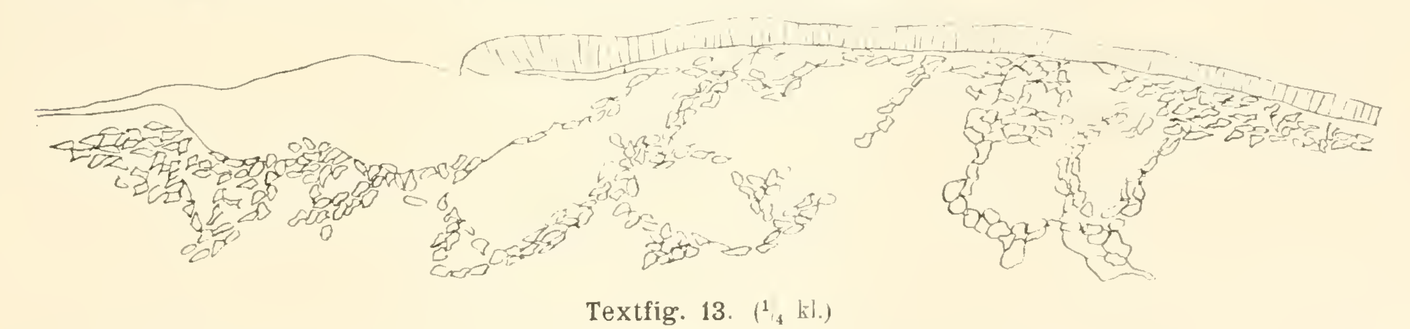
Auch unter dem Schild der Fig. 186 ist noch keine geschlossene, entodermatische Zellenlage vorhanden. Vielmehr liegen hier die amöboiden Dotterentoblastzellen in lockerem, unregelmässigem Verbande, bald einschichtig, bald mehrschichtig ausgebreitet und in innigem Zusammenhange mit den vielen Zellsträngen der Subgerminalhöhle.

Die ersten Anfänge der Prostomeinsenkung und des Vorwachsens der Vorderlippe zeigen die Sagittalschnitte der Textfig. 12 und 13, die im übrigen der Fig. 186 der Taf. IX gleichen, vor allem in der Zusammensetzung der Urmundplatte und der Anordnung der Dotterentoblastzellen.



Textfig. 12. (1/4 kl.)

In Textfig. 12 ist die Archistomrinne auf der Urmundplatte als breite Mulde noch erhalten und besitzt in ihrem vorderen Bereiche eine sehr kleine, auf dem Schnitte winkelige Vertiefung, eine der oben erwähnten Grübchen, vor welcher das Schildepithel als noch ganz flacher Höcker vorragt. Vor dieser Stelle erkennt man eine leichte Stauchung des Schildepithels (siehe oben im Text), unter ihr ist die erste Anlage des Chordafortsatzes (Kopffortsatzes) festzustellen.

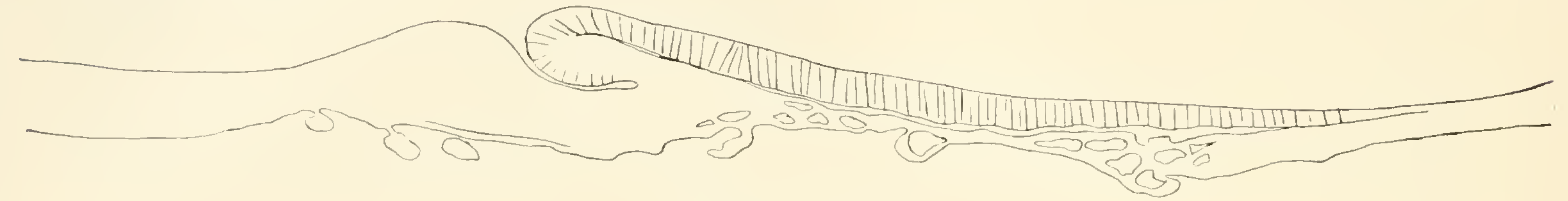


Textfig. 13. (1/4 kl.)

Textfig. 13 steht in der Mitte zwischen der vorigen und Fig. 186 auf Taf. IX, insofern, als Einsenkung und Epithelhöcker schon ein wenig grösser geworden sind, als in Textfig. 12. Der Chordafortsatz (Kopffortsatz) wird schon sehr deutlich.

Ist mit der Einsenkung einmal der Anfang gemacht, so vertieft und vergrössert sich das Prostom mehr und mehr, sodass bald ein kurzer, enger, nach vorn und unten gerichteter Urdarm entsteht.

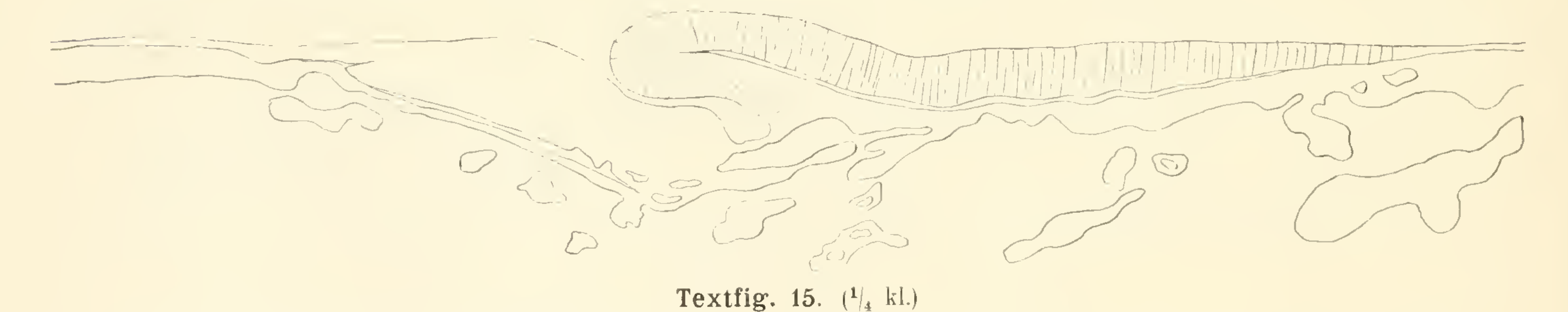
Dieses Stadium und die nächsten sind von besonderer Wichtigkeit, weil sich in ihnen die erste Abspaltung der drei in üblicher Weise unterschiedenen Keimblätter einleitet. Indessen will ich hier auf die Keimblattbildung nicht näher eingehen. dieselbe vielmehr in einem besonderen Kapitel IX im Zusammenhang besprechen.



Textfig. 14. (1/4 kl.)

Textfig. 14 zeigt einen Sagittalschnitt durch ein Stadium, in welchem der Urdarm etwa ein Drittel seiner definitiven Länge erreicht hat und vorn blind endigt. Nach oben wird er bedeckt von der Vorderlippe, welche in Form eines nach hinten und unten abgerundeten Wulstes vorspringt und zwei hinten in einander übergehende Zellschichten erkennen lässt. Die obere ist das Schildepithel, welches sich über den Lippenrand direkt nach unten in die untere Zellschicht fortsetzt. In der letzteren sind aber epithelartig angeordnete, kurze Zylinderzellen nur unmittelbar am Urdarm vorhanden, während die Zellen darüber den Elementen der Urmundplatte gleichen. Diese Dinge verhalten sich also genau so, wie bei der Ringelnatter.*) Die Zellenmasse der Urmundplatte ist noch gewachsen und hat sich stark nach vorn vorgeschoben, sodass ein sehr ausgebildeter, mit dem Entoblastlager vorn zusammenhängender Chordafortsatz (Kopffortsatz) entsteht. In seiner Zellmasse hat sich das Lumen des Urdarms differenziert, dessen untere Wandung von dem indifferenten Blastem gebildet wird. Hinter dem auf dem Schnitt trichterförmig erscheinenden Prostom wölbt sich die Platte als grosser abgerundeter Hügel hervor und bildet die Hinterlippe des Prostoms, die auf dieser Stufe im Flächenbilde meist noch sehr gut hervortritt. Auch die erste Abspaltung des Entoderms von der Zellmasse der Platte kündigt sich an. Auf die Umlagerung der Dotterentoblastzellen der Zellstränge der Subgerminalhöhle, welche in diesem Präparat schon erfolgt ist (vgl. damit die beiden Textfig. 12 und 13) komme ich noch zurück.

Die Länge, welche der Urdarm bei der Kreuzotter erreicht, ist nicht beträchtlich und schwankte in den Präparaten zwischen 0,297—0,54 mm. Auch seine Breite ist nur gering, sodass er auf Quer-



Textfig. 15. (1/4 kl.)

schnitten als enger, schmaler Querspalt erscheint; vgl. Textfig. 19a—c. Vor dem Prostom ist er gewöhnlich etwas breiter (0,108—0,18 mm), als vorn in der Nähe der Perforation (0,054—0,099 mm). Die ge-

*) Vgl. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901, S. 709.

ringste Länge beobachtete ich in dem Präparat der Textfig. 15, in welchem der Durchbruch eben erst anfing; das vordere Ende des Urdarms war hier ein wenig aufgetrieben.

Die grösste beobachtete Länge zeigt Textfig. 16, welches Präparat kurz vor der Urdarm-Perforation stand.

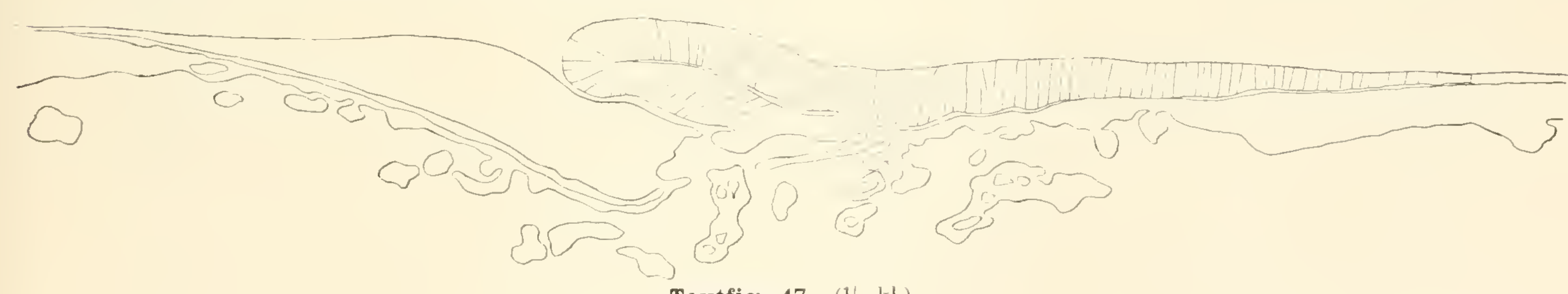
Wie schon bei der Ringelnatter von mir beschrieben, leitet sich auch bei der Kreuzotter der Durchbruch des Urdarmes in die Subgerminalhöhle dadurch ein, dass in dem vorderen Teile der unteren Darmwand kleinere und grössere Dehiscenzen und Vakuolen zwischen den Zellen auftreten, welche zum Teil unter sich und gelegentlich auch mit dem Urdarmlumen zusammenfliessen. (Textfig. 15 und 16.) Dabei wandern die Zellmassen zwischen den Vakuolen nach vorn und seitlich ab, sodass dieser Teil der Urdarmwand immer dünner wird und schliesslich perforiert.



Textfig. 16. (1/4 kl.)

Textfig. 16 zeigt den vakuolisierten Zustand der fraglichen Stelle kurz vor dem Durchbruch. In Textfig. 15 sind die Vakuolen mehr zusammengeflossen, sodass ein förmliches Lakunensystem von Hohlräumen besteht, und die Unterwand des Urdarmes vorn auf ein äusserst dünnes, aus einem Zelllager bestehendes Blättchen reduziert ist. Auch hier muss ich betonen (vgl. meine Ringelnatterarbeit), dass diese eigentümliche Vakuolisierung und Lockerung der Zellenmasse immer einen Zustand der Umlagerung und inneren Bewegung der Zellmasse anzeigt.

Der Durchbruch erfolgt nur an einer oder doch nur an einigen wenigen Stellen, die anfangs noch sehr klein sind, wie z. B. in Textfig. 17.



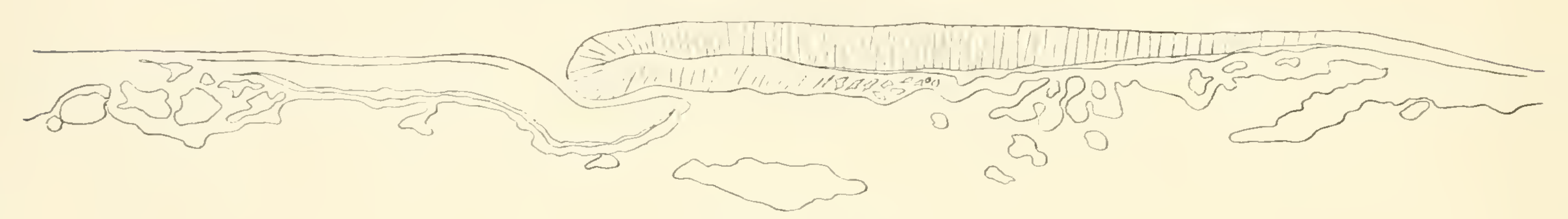
Textfig. 17. (1/4 kl.)

Hier ist das oben bei Textfig. 15 erwähnte, dünne Blättchen an einer noch ganz kleinen, nur in zwei Schnitten der Serie nachweisbaren Stelle defekt geworden. Ist der Durchbruch einmal erfolgt, so wandern die stehen gebliebenen Reste dieses Wandabschnittes schnell ab, sodass bald eine grössere, der Ausdehnung des Urdarmquerschnittes entsprechende Öffnung vorliegt. Ein Untergang von Zellen findet bei dem Prozess der Perforation, wenn überhaupt, so nur in sehr geringem Masse statt; nur wenige Male

habe ich an der Perforationsstelle minimalen Zelldetritus und einige sich schlecht färbende Kerne beobachtet. Dagegen konnte ich in den abwandernden Zellen unmittelbar an der Perforationsstelle wiederholt Mitosen antreffen, ein Beweis, dass die Elemente durchaus lebenskräftig waren.

Während so der vordere Teil der unteren Urdarmwand in wechselnder Ausdehnung (vgl. Textfig. 15 und 16) völlig eingeht, erhält sich ihr hinterer Teil in seinem oberen grössern Abschnitt als kompakte Zellmasse, wenigstens noch in der allernächsten Zeit. Wie bei der Ringelnatter, grenzt sich der persistierende Teil auch bei der Otter schon vor der Perforation in bestimmter Weise ab; vgl. Textfig. 15 und besonders Textfig. 16. Die Länge dieses stehenbleibenden Abschnittes der Urdarmwand betrug 0,18 bis 0,27 mm.

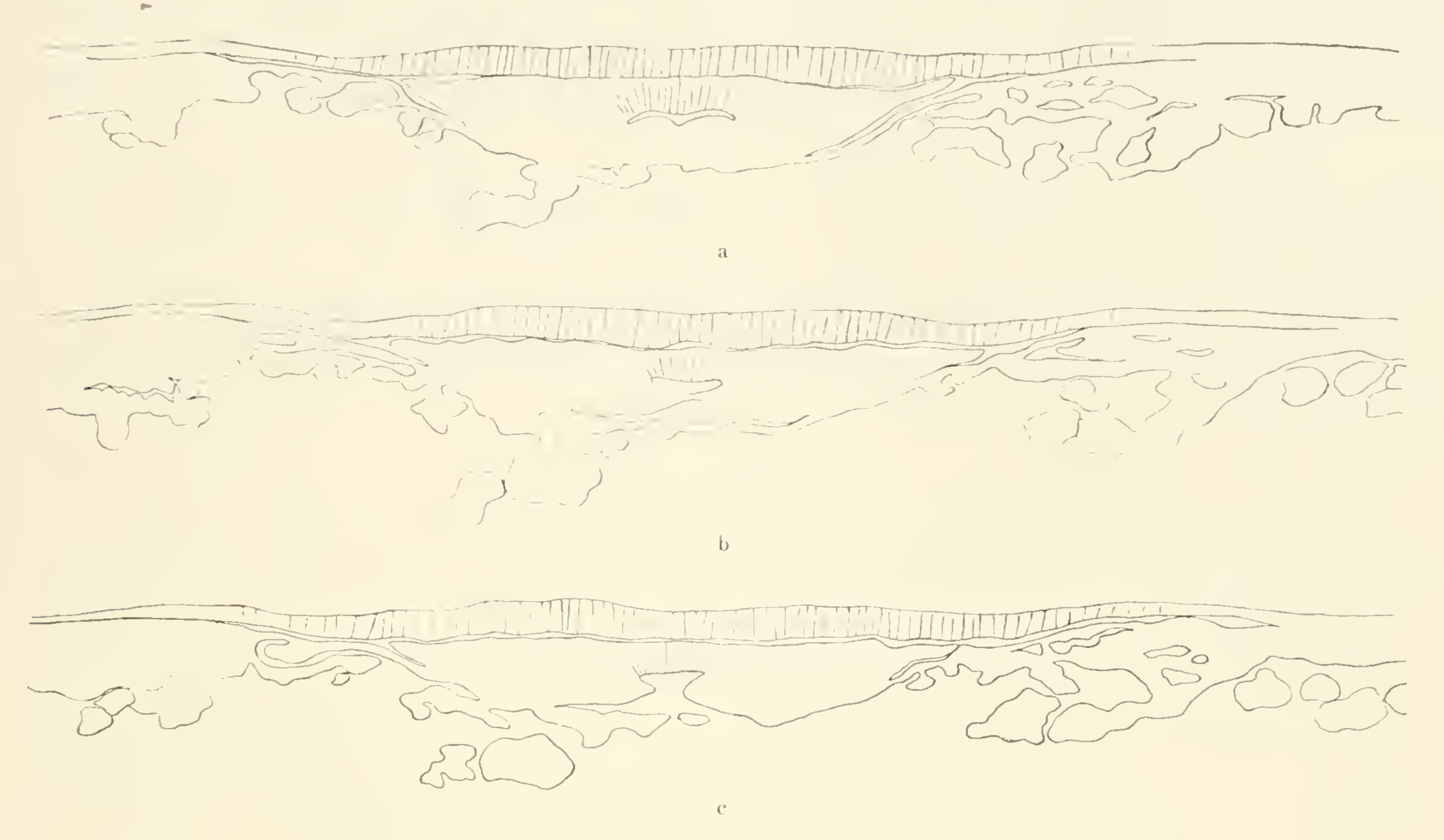
Nach vollständig erfolgtem Durchbruch zeigen Sagittalschnitte durch die Embryonalanlage ein Bild, wie es Textfig. 18 vorführt; vgl. auch Fig. 187 der Taf. X.



Textfig. 18. (1/4 kl.)

Die Reste der perforierten Urdarmwand, die sich nach der Perforation vorn und seitlich am ehemaligen Urdarm noch einige Zeit erhalten, sind völlig verschwunden. Der hintere Abschnitt des Urdarms ist zu einem kurzen Kommunikationskanal geworden, welcher sich an der Oberfläche der Keimanlage hinten mit einer auf dem Längsschnitt trichterförmigen Öffnung im Prostom öffnet, vorn unten dagegen direkt in die Subgerminalhöhle überführt. Ich habe ihn, nach dem Vorgange Wills, als Kupfferschen Kanal bezeichnet. Dieser Kanal lässt einen oberen, schrägen und einen unteren, nach vorn gehenden, mehr parallel der Keimoberfläche gerichteten Abschnitt unterscheiden. Vor dem Prostom besteht die Embryonalanlage aus zwei Zellschichten, die durch einen Spalt von einander getrennt sind (Textfig. 18 und Fig. 187 der Taf. X); die obere ist das Schildepithel, die untere die ursprüngliche, obere Wand des Urdarms, die jetzt kontinuierlich in das mehr geschlossene Dotterentoblastlager unter dem Schild übergeht und eine sehr ausgesprochene Zusammensetzung aus Zylinderzellen aufweist. Das Zylinderepithel, die erste Anlage der späteren Chorda, ist fast so dick (0,063—0,081 mm), wie der mittlere, dickste Teil des Schildes (0,063—0,09 mm), während der vor dem Prostom gelegene Schildteil am dünnsten ist und 0,036—0,054 mm misst. Auch die Gegend hinter dem Prostom zeigt bedeutsame Veränderungen. Der Hügel der Urmundplatte, der sich in den Textfig. 15—17 noch deutlich hervorwölbte, ist verstrichen und die vorher noch ansehnliche Urmundplatte sehr dünn geworden. Die Zellmasse der Urmundplatte hat sich hauptsächlich nach hinten verschoben und ist zum Mesoblastgewebe geworden, dessen Anlage an dieser Stelle schon in Textfig. 15 beginnt. Ebenso sind in dieser Gegend das Ektoderm und das Entoderm gesondert, welches letztere schon in dem vorigen Stadium sich mehr oder weniger von der Urmundplatte zu differenzieren begann. Diesem Stadium entsprechen die Oberflächenbilder mit fast oder ganz verschwundener Hinterlippe; vgl. z. B. Fig. 93 und 94 der Taf. IV.

Die Veränderungen, welche seitlich vom Urdarm nach der Perforation auftreten, veranschaulichen die Querschnitte der Textfig. 19 a—c, welche einer Serie durch eine der Fig. 97 ganz ähnliche Embryonalanlage entnommen sind.



Textfig. 19, a—c. ($^1/_4$ kl.)

Der Querschnitt der Textfig. 19a liegt in geringer Entfernung vor dem Prostom und zeigt das quergestellte, spaltförmige, enge Lumen des Urdarms in der Substanz der breiten, grossen Urmundplatte resp. ihres verdickten Chordafortsatzes. Seine obere Wandung, welche, wie bei der Ringelnatter, nicht selten wulstartig nach unten vorspringt (vgl. den Längsschnitt der Textfig. 14), zeigt eine deutliche Zylinderform der unteren Zellen, wie auch in den folgenden Schnitten; dies ist die spätere Chorda In der noch dicken Unterwand habe ich bisweilen eine Längsrinne gesehen, die auch in späteren Stadien hier und da noch angetroffen wird; vgl. Textfig. 28c. Textfig. 19b entspricht einem Schnitte dicht hinter der Perforationsstelle; die Unterwand des Urdarmes ist durch eine grosse Vakuole stark verdünnt. Textfig. 19c geht durch den Durchbruch selbst, welcher an zwei kleinen Stellen erfolgt ist.

Während diese durchgreifenden Umwandlungen in der Tiefe stattfinden, hat sich das Oberflächenbild der Embryonalanlage bis zu diesem Zeitpunkte wenig verändert, wie ein Blick auf die Fig. 82—97 der Taf. IV demonstriert.

Je mehr der Urdarm sich in die Tiefe senkt, um so deutlicher wird naturgemäss das Prostom, um so tiefer der Schatten, der bei zweckmässiger, seitlicher Beleuchtung in seine Öffnung fällt. Dass die Hinterlippe des Prostoms allmählich schwindet, wurde oben schon beschrieben. Der Embryonalschild wird undeutlicher, dafür tritt aber nach vorn vom Prostom ein weissliches, ovales oder auch etwas längliches Feld mehr und mehr hervor, welches der Ausdehnung des Urdarms und des Chordafortsatzes (Kopffortsatzes) ent-

spricht; vgl. Fig. 85, 86, 89, 96 und 97. In diesem Felde erscheinen in einiger Entfernung von dem Rande der Vorderlippe ein bis drei ganz geringe, unbedeutende Vertiefungen, welche sich bei bestimmter günstiger Beleuchtung als leichte Schatten manifestieren. Fig. 84, 85, 94—97. Sind drei vorhanden, so nehmen sie eine kleeblattartige Anordnung an. Fig. 97. Diese Vertiefungen verraten gewöhnlich die stattgehabte Perforation des Urdarms, und bezeichnet der mittlere Schatten die Lage der Durchbruchstelle oder doch den schon sehr verdünnten vorderen Teil der unteren Urdarmwand kurz vor der Perforation.

Jedesmal ist das aber nicht der Fall. So war z. B. in Fig. 83, 92 und 93 die Perforation bereits vollendet, ohne dass Vertiefungen sichtbar zu machen waren. Die Präparate der Fig. 83—85, 89, 92—95 und 97 befanden sich im Stadium des völlig perforierten Urdarms und des ausgebildeten Kupfferschen Kanals; vgl. Textfig. 18. Fig. 85 besass, obwohl es durch ein sehr grosses Prostom ausgezeichnet war, nur einen sehr kurzen Urdarm, welcher erst an einer kleinen Stelle durchzubrechen anfing; vgl. Textfig. 17. In Fig. 86 und 96 war der vordere Abschnitt der unteren Urdarmwand sehr verdünnt und der Durchbruch nahe bevorstehend (vgl. Textfig. 16), während Fig. 82 und 91 in den Serien den Urdarm etwa bis zur Hälfte seiner Länge entwickelt zeigten.

In den etwas späteren Stadien, den Übergangsformen zum Metastom, vergrössert und vertieft sich die Einsenkung vor der Vorderlippe gewöhnlich noch mehr, sodass eine breite, tiefe Grube entsteht; vgl. Textfig. 21.

Das Stadium der vollständigen Urdarmperforation und der Ausbildung des Kupfferschen Kanals bezeichnet eine scharf markierte Etappe in der Entwickelung. Es empfiehlt sich daher, hier für einen Augenblick Halt zu machen, um einen Rückblick auf die Ausbildung des ganzen Keimbezirks am Ei zu werfen und die Umlagerungen festzustellen, welche sich bis zu diesem Zeitpunkte ausserhalb der Embryonalanlage an der Keimhaut und in der grossen Subgerminalhöhle vollzogen haben.

Der Keimhof erscheint zu dieser Zeit nur unwesentlich vergrössert, im Vergleich mit den vorigen Stadien, wie die in derselben 6fachen Vergrösserung gezeichneten Figuren 71—75 der Taf. III (Archistomrinne) und die Fig. 82—89 der Taf. IV (Prostom) zeigen. Bei letzteren Figuren betrug sein Durchmesser 7—9 mm. Das Prostom befindet sich im Keimhof gewöhnlich in der Nähe seiner Mitte, seltener (Fig. 82) sehr exzentrisch und ist mit seinem Längsdurchmesser in der länglichen Keimscheibe meist quer zu ihrer Längsachse, nicht selten aber auch schräg gestellt.

Die Zona pellucida ist in der näheren und auch weiteren Umgebung der Embryonalanlage im Flächenbilde weniger durchsichtig geworden (Fig. 83—89), wie wir sehen werden, infolge vermehrter Zellanlagerung an der Unterfläche der Keimhaut.

Die innere Zusammensetzung des Keimhofes zeigt am besten ein Längsschnitt durch seine Mitte, wie ihn Fig. 186 zu Beginn der Urdarmeinsenkung vorführt.

Wir sehen, dass in diesen Stadien unter der grossen, sehr geräumig gewordenen Subgerminalhöhle der grobkörnige Dotter frei vorliegt und den Boden der Furchungshöhle bildet. Der grösste, mittlere Teil dieses Bodens ist mehr glatt, meist scharf abgegrenzt, oft allerdings unregelmässig verbogen und bisweilen auch sehr höckrig. Diese gröberen Zerklüftungen sind wohl hauptsächlich, wie ich mir denke, eine Folge der Reagenzwirkung und des Härtens. Es macht meist den Eindruck, dass eine Abfurchung hier, wenn nicht ganz, so doch fast ganz, sistiert ist. Nur in manchen Präparaten schienen sich hier und da noch Abfurchungen von ihm zu vollziehen. Jedenfalls finden sich in diesem glatten Boden

unregelmässig verteilte, nicht zahlreiche, oft sogar recht spärliche Periblastkerne. Sie liegen in der oberflächlichen Dottermasse, bisweilen ganz frei an der Dotteroberfläche. Wenn überhaupt, so lässt sich um sie herum nur ein sehr geringer Hof von Protoplasma nachweisen. Sie sind von verschiedener Grösse, oft ansehnlich gross, besitzen eine sehr unregelmässige, oft zackige Form, und färben sich mit Boraxkarmin meist leuchtend rot. In manchen Präparaten konnte ich fast in jedem Schnitt ihrer 3—6 auffinden.

Einigemal lag im Boden der Furchungshöhle auch ein Stück weissen, feinkörnigen Dotters frei; auch in ihm wurden Periblastkerne nachgewiesen.

Ganz anders wird das Bild, wenn wir uns gegen den Rand des Keimbezirkes wenden. Hier hört die scharfe Begrenzung des Dotters gegen die Subgerminalhöhle hin auf, dafür greift eine sehr lebhafte Abfurchung Platz. Vom Rande aus ergiesst sich eine reiche Emanation von mit grossen Dottertröpfchen vollgepfropften Zellen in die Subgerminalhöhle. Gegen den äussersten Rand hin wird diese Abfurchung spärlicher.

Dieser Randsaum zeigt meist ein sehr eigenartiges Bild, wie an den beiden Enden des Schnittes der Fig. 186 und in Fig. 185 zu sehen ist; die letztere Figur stellt die äusserste Randpartie bei stärkerer Vergrösserung dar. Gewöhnlich sind hier die Dottertröpfchen spärlicher geworden und fehlen stellenweise ganz. Dafür treten häufiger Modifikationen der Dottertröpfchen auf, wobei die Tröpfchen ungefärbt bleiben und in ihrem Innern zahlreiche kleine, stark lichtbrechende Kügelchen und Tröpfchen entstehen lassen. Das sind wahrscheinlich Assimilationstufen des Dotters. Auch kleinere und grössere Vakuolen finden sich gerade an dieser Randstelle in den Präparaten häufig.

Infolge des Zurücktretens des Dotters kommt das Protoplasma zur Geltung (Fig. 186, 185), auch in der Nähe an der Oberfläche des Eies, ausserhalb des Keimhofes, wo sich die oberflächliche Protoplasmaschicht peripher von der Randzone verbreitert.

Gegen die Subgerminalhöhle grenzt sich die protoplasmatische Substanz des Randsaumes nur seltener so regelmässig ab, wie in Fig. 186; gewöhnlich ist sie in den Schnitten unregelmässig begrenzt und sieht wie ausgeschnitten oder ausgenagt aus (Fig. 185), häufig ist sie auch unregelmässig zerklüftet oder mit Hohlräumen und von der Furchungshöhle ausgehenden Stollen durchsetzt. Es scheint fast, als ob hier eine Art Erweichung und Einschmelzung der Eisubstanz mit im Spiele ist. Dabei findet ohne Zweifel auch an dieser Stelle, an welcher man hier und da vereinzelte Kerne sieht, eine Ablösung von Zellelementen gegen die Subgerminalhöhle hin statt. Die beiden isolierten Zellen der Fig. 185, welche dieselbe Zusammensetzung ihrer Substanz, wie die benachbarte Randzone, zeigen, haben sich wohl sicher von letzterer abgefurcht. Gewöhnlich ist aber die Abfurchung an dieser Stelle keine sehr lebhafte, sodass hier am äussersten Rande der Schnitte meist ein heller, zellenarmer kleiner Raum liegt, welcher zentralwärts von der dichtgedrängten Masse der vom Boden sich erhebenden Furchungszellen begrenzt wird. Fig. 186, 185. Dieser Raum ist ebenso, wie die grösseren Hohlräume und Stollen in der Randsubstanz, mit einem sehr feinfädigen Gerinsel angefüllt. Fig. 185.

Das an der Peripherie des Keimbezirkes sehr niedrige, einschichtige Blastoderm stösst unmittelbar an die Randsubstanz an und zwar so, dass die Kerne des Blastoderms gewöhnlich noch weiter nach aussen vorgeschoben sind, als in Fig. 185; meist trifft man Kerne noch im Niveau der äussersten Einschmelzungsgrenze und ein wenig darüber hinaus. Hier liegen bisweilen auch Riesenkerne oder auch

Kernanhäufungen, welche dann und wann auch in peripherischen Blastodermzellen und den Elementen der Subgerminalhöhle dieser Region beobachtet werden. Die eine Furchungszelle in Fig. 185, welche sich in der Figur am weitesten nach rechts und oben befindet, besitzt z. B. fünf nebeneinander liegende Kerne. Doch sind diese aussergewöhnlichen Kernbefunde in diesem Stadium seltener, als ich sie bei manchen Blastulen angetroffen habe.

Eine eigentliche, an der Eioberfläche in die Erscheinung tretende Randfurchung findet jetzt nicht mehr statt. Der Furchungsprozess ist gewissermassen unter die Eioberfläche verlegt und spielt sich hier in dem peripherischen Gebiet des Bodens der Subgerminalhöhle um so stürmischer ab. Dabei gesellen sich dem äussersten Blastodermrande unter Beteiligung der am meisten vorgeschobenen Zellenkerne kleine Zellen zu, welche sich dem Rande des einschichtigen Blastoderms anschliessen und dessen Expansion vermitteln. Dass dabei in den benachbarten, einschichtigen Blastoderm auch eine lebhafte Zellenteilung, wobei die Teilungsspindel parallel der Eioberfläche liegt, stattfindet, habe ich nicht nötig, besonders hervorzuheben. So dringt das Blastoderm an der Eioberfläche äusserlich sichtbar mehr und mehr vor und wird die Vergrösserung des Keimbezirkes vermittelt. Das Ganze stellt also im Grunde nur einen modifizierten, mehr in die Tiefe verlegten Furchungsprozess dar.

Dieser Modus des Vorwachsens des Blastoderms und der Umgestaltung des Randbezirkes setzt im Blastulastadium ein und erhält sich während der folgenden Stadien. Das Blastoderm ist im Bereich der Zona pellucida bis gegen die Embryonalanlage hin einschichtig. In der Nähe des Randbezirkes des Keimhofes sind die Blastodermzellen oft noch stark dotterhaltig, mehr unregelmässig und von ungleicher Grösse. Zentripetal werden sie gleichmässiger, kleiner, kubisch, platten sich aber bald ab; die Abplattung nimmt zu, je älter die Keimanlage wird; vgl. Fig. 188 auf Taf. X rechts die oberflächliche Zellenlage.

Was dem Übersichtsbilde der Fig. 186 sein eigenartiges Aussehen verleiht, ist vor allem die Anordnung des Dotterentoblastes innerhalb der Subgerminalhöhle. Hierdurch erhält der Schlangenkeim ein überaus charakteristisches, ihm eigentümliches Aussehen, welches bei der Ringelnatter schon von v. Kupffer, Corning, Will u. a. beobachtet worden ist.

Wir erkennen, dass zunächst die Dotterentoblastzellen in den oberflächlichen und mittleren Lagen einen ausgesprochen amöboiden Charakter angenommen haben in weit grösserem Umfange, als dies schon im Blastulastadium festzustellen war. Die Elemente sind meist länglich und mit oft fein ausgezogenen Fortsätzen versehen, vermittelst welcher sie sich gegenseitig verbinden. In ihrem Innern befinden sich reichliche, kleinste, rundliche Dotterkörnchen und ein einzelner Kern; Mitosen kommen in ihnen häufig zur Beobachtung.

Diese Zellen formieren nun dünne Stränge und schlanke, unregelmässige Säulen, welche untereinander reichlich in Verbindung treten und ein lockeres, netziges Gerüst darstellen, welches am schönsten unter dem Schild und der Urmundplatte zur Ausbildung kommt. Die Netzlücken sind meist rundlich und von sehr verschiedener Grösse. Zur Unterfläche des Schildes und des Blastoderms verlaufen die Zellstränge meist senkrecht und fliessen hier zusammen mit einer lockeren, sehr unregelmässigen, schichtartigen Zellenmasse, die sich besonders unter dem Schilde in ein- bis mehrzelliger Lage ausbreitet.

Das Ganze macht in den Schnitten einen äusserst leichten, lockeren, ich möchte sagen graziösen Eindruck, die Zellenstreifen ziehen sich zwischen den Strängen und Säulen wie Guirlanden hin und her.

meist noch mehr als in der Fig. 186 zum Ausdrucke kommt. Auch das Gefüge der Zellen innerhalb der Zellstränge selbst ist ein sehr lockeres; vgl. auch Fig. 181—184.

Wie ich bei der Ringelnatter l. c. geschildert habe, nehmen die Zellstränge bei dieser Schlange sehr häufig die Form von Zellröhren an, eine Erscheinung, welche von Kupffer mit der Bildung der Blutgefässe in Verbindung gebracht hat. An anderer Stelle habe ich bereits nachgewiesen, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Zellröhren ohne Beziehung zur Blutgefässbildung sind und ebenso als Bildungsmaterial aufgebraucht werden, wie die übrigen nicht in Röhrenform angeordneten Dotterentoblastzellen. Im Keim der Kreuzotter kommt, im Gegensatz zu dem der Natter, die Anordnung der Entoblastzellen zu Zellröhren nur seltener zur Beobachtung; sie wurde in meinen Präparaten niemals so auffällig, wie in einem jeden entsprechenden Präparat bei der Natter.

Ähnliche Entoblaststränge sind auch bei Lacerta,*) Crocodilus**) und besonders Hatteria***) aufgefunden und beschrieben worden. Bei der letzteren besitzen sie, wie bei der Ringelnatter, nach den Angaben von Schauinsland die Gestalt von Röhren, die bisweilen geradezu gefässartig erscheinen.

In der Tiefe der Subgerminalhöhle gehen die amöboiden Zellen der Stränge allmählich in die zuletzt abgefurchten, stark dotterhaltigen, meist mit Zackenkernen versehenen Zellelemente über (vgl. Fig. 184), welche sich beständig vom peripheren Furchungsherde aus rekrutieren; vgl. Fig. 186.

Diese lockere, guirlandenartige Anordnung der amöboiden Zellenmassen leitet sich, wie oben geschildert, in dem Blastulastadium ein (vgl. Fig. 178 auf Taf. VIII) und findet ihre höchste Entfaltung zur Zeit der ersten Anfänge der Gastrulation, wie Fig. 181—184, und 186 der Taf. IX und die Textfig. 10, 12 und 13 demonstrieren.

Noch während der Ausbildung des Urdarms, lange bevor seine Perforation erfolgt, verändert sich aber bei der Kreuzotter alsbald das Bild sehr wesentlich. Die Zellenstränge werden kompakter, und die stark dotterhaltigen Elemente der Tiefe gliedern sich ihnen mehr an. Die schlanken Stränge und Guirlanden verschwinden mehr und mehr, die Lockerung des Gefüges tritt zurück, die Zellen selbst verlieren mehr ihr schlankes und amöboides Aussehen und schliessen sich enger aneinander. Die ganze Zellenmasse wandert allmählich gegen die Oberfläche und lagert sich unter Schild und Blastoderm zu einer kompakten Schicht zusammen.

Am frühesten geschieht das ausserhalb des Schildes und zwar gewöhnlich hinter der Prostomplatte. Auch in Fig. 186 finden sich hier schon reichlicher Zellen vor, wenn auch noch in lockerem Gefüge.

Weiter ist die Anlagerung in Fig. 177 der Taf. VIII vorgeschritten. Die Zellen haben sich in mehrfacher, geschichteter, dicker Lage der Unterfläche des Blastoderms angelegt und zwar meist so intim, dass in den mit Eisessig-Sublimat fixierten Präparaten oft keine Grenze gesehen werden konnte; in den

*) Corning, Zur Frage der Blutbildung aus dem Entoderm. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXXVI, 1890.

**) A. Voeltzkow, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. IV. Keimblätter, Dottersack und erste Anlage des Blutes und der Gefässe bei Crocodilus madagascariensis Grand. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft Frankfurt a. M., Bd. XXVI, Heft 4. 1901.

***) Schauinsland, Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Hatteria nebst Bemerkungen über die Entwickelung der Sauropsiden. Anatomischer Anzeiger, Bd. XV, 1899.

mit Zenkerscher Flüssigkeit behandelten war das Ektoderm dagegen deutlich abzugrenzen. Auch die Grenzen der Zellen unter sich sind meist sehr undeutlich, sodass das Ganze oft einen syncytiumartigen Eindruck macht. Zu unterst gegen die Subgerminalhöhle betten sich in diese dicke Zelllage die stark dotterhaltigen, meist beträchtlich grossen Zellen, gleich grossen Klumpen, ein und können hierin noch längere Zeit abgesondert liegen bleiben; vgl. Fig. 177.

Die Unterfläche dieser Zellanhäufung ist unregelmässig, oft mit kurzen, plumpen, in Angliederung begriffenen Fortsätzen, die auch häufig Hohlräume zwischen sich fassen, versehen. Darunter schwimmen dann in dem Liquor der Subgerminalhöhle immer noch grössere und kleinere Gruppen mehr oder weniger kompakt zusammengelagerter Zellen, welche den Anschluss nach oben noch nicht erreicht haben, aber später wohl zum Teil wenigstens noch erreichen.

Unter dem Schilde ist die Zellenanhäufung nicht so dick und wird nur von einer jetzt zusammenhängenden, ein- bis mehrschichtigen Lage von kubischen oder mehr rundlichen oder meist etwas unregelmässigen Zellen gebildet; auch hier gehen von der Unterfläche kürzere, sprossenartige, bisweilen mit grösseren Zellklumpen zusammenhängende oder auch noch netzig angeordnete Fortsätze aus.

Das ist das charakteristische Bild, welches sich unterhalb des Schildes und des Blastoderms in dem späteren Gastrulastadium darbietet, und welches von der oben geschilderten lockeren Anordnung sehr verschieden ist. Die Textfig. 11, 14—19, Fig. 177 der Taf. VIII und das rechte und linke Ende der Fig. 187 der Taf. X geben davon eine Anschauung.

Diese enorme Entoblastmasse der Subgerminalhöhle, welche sich noch beständig durch Mitose reichlich vermehrt, stellt in erster Linie ein Bildungsmaterial dar, welches zum Aufbau des Keimes im weiteren Sinne Verwendung finden soll. Sie wirft sich daher vornehmlich dorthin, wo Anbildungen, Umlagerungen und Differenzierungen am Keim stattfinden. Wir finden sie daher auch in erster Zeit nach Einsenkung des Urdarms in unmittelbarer Nähe des Schildes und in geringer Entfernung von der Urmundgegend in dicker Schicht angelagert. Im Umkreise des Schildes, besonders vorn, legt sich die Entoblastmasse so dicht an das hier verjüngte Schildepithel an, dass in den Eisessig-Sublimatpräparaten meist eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht gezogen werden kann und die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist, dass sich aus der Entoblastmasse dem Schildepithel Elemente beigesellen können. Später folgt diese Masse zum Teil dem sich differenzierenden Mesoblast und erhält sich noch längere Zeit in Form dicker Zellstränge am vorderen Ende des Embryos und sodann im Bereich der vorderen Mesoblasthörner (vgl. die Textfig. 32 und 52); zum Teil wandert sie, zum Entoderm sich ausbreitend, zentrifugal ab, sodass in den späten Stadien der Gastrulation nach Ausbildung der Medullarwülste die Unterfläche der Keimanlage ziemlich glatt ist. Welche Rolle diese Entoblastmassen bei der Entstehung des Mesoblastes spielen, wird in Kapitel IX auseinandergesetzt werden.

Man macht nun die Beobachtung, dass dort, wo An- und Umbildungen in dem Entoblastmaterial vor sich gehen, eine Auflockerung der Zellen und eine mehr oder weniger ausgesprochene Vakuolisierung zwischen den Zellen auftritt. Wie ich schon in meiner Ringelnatterarbeit betont habe, ist diese Erscheinung geradezu diagnostisch für in diesen embryonalen Zellmassen sich abspielende Bewegungsvorgänge. Durch die Auflockerung werden die Zellen mobil gemacht, sodass sie dorthin wandern können, wohin der Bildungsreiz sie zieht. Aus diesem Gesichtspunkte erklärt sich auch die oben geschilderte, lockere Anordnung der senkrecht zu der Keimhaut gerichteten Zellstränge, welche den Schnittbildern durch die

frühen Entwickelungsstufen des Schlangenkeimes ein so eigenartiges Aussehen geben. Alle Elemente der Stränge sind in einem langsamen, stetigen Fluss gegen die Keimhaut hin begriffen, wie schon bei der Entwickelung und Ausbildung der Urmundplatte evident wurde.

Aber nicht alle Elemente der Subgerminalhöhle werden als Bausteine bei der Anlage des Keimes verwendet, ein grosser Teil geht vorher zu Grunde, wird eingeschmolzen und dient jedenfalls wohl als Nährmaterial für die anderen Zellen. Von den späteren Blastulastadien an findet man nämlich in der Tiefe der Subgerminalhöhle häufig Zellen mit allen Anzeichen der Degeneration und des Zerfalles. Statt der Kerne liegen meist ein oder mehrere kleine, rundliche Chromatinkörnchen in ihnen. Auch ganz isolierte, kleine Chromatinkörnchen, ebenso isolierte Dottertröpfchen, findet man häufig. Hauptsächlich durch den Zerfall dieser Elemente entsteht — so will mir scheinen — eine im Schnittpräparat grobnetzig aussehende Detritusmasse, welche sich am Boden der Subgerminalhöhle ansammelt und anfangs nur gering ist, später aber eine dickere Lage bildet; in ihr sind isolierte Kernbröckel häufig. In dem Übersichtsbild der Fig. 186 ist dieser Detritus nicht eingezeichnet, um dem Bilde nicht seine Übersichtlichkeit zu nehmen. In Fig. 184 sieht man den Detritus ganz unten erst in dünner Lage. Jedenfalls ist es wohl dieser Detritus, welcher bei dem Abpräparieren des Keimes an dem frisch fixierten Präparat aus der eröffneten Subgerminalhöhle als zähe, fadenziehende Masse hervortritt. Anteil daran mag auch eine Verflüssigung des Dotters selbst haben.

Hierdurch wird die Flüssigkeit der Subgerminalhöhle zu einer Art Liquor nutritivus, welcher die Ernährung des Keimes vermittelt, solange noch keine Blutgefässe vorhanden sind.

Damit sind aber die Aufgaben, welche besonders die locker angeordneten Zellmassen der Entoblaststränge früherer Stadien zu erfüllen haben, wohl noch nicht erschöpft. Es lässt sich denken, dass das lockere Zellengerüst der Stränge und Balken auch eine mechanische Aufgabe zu erfüllen hat, solange die ersten, zarten Bildungsvorgänge der Gastrulaeinsenkung sich an der Oberfläche der grossen Furchungshöhle vollziehen. Vielleicht liefert es während dieser Zeit dem Embryo eine Unterlage, eine Art Polster, ähnlich einem Wattebausch. Dieser Gedanke drängt sich besonders auf, wenn man die Keimhaut samt dem zelligen, schwammigen Netzgerüst abpräpariert hat und von unten her mit der Lupe betrachtet.

Schliesslich mögen die lockeren Zellenstränge auch dazu dienen, eine gute Ernährung der Keimhaut und der Embryonalanlage zu garantieren, da sie sich in die dotterreichen Zellenmassen der Tiefe fortsetzen und den Zusammenhang dieser mit der Keimhaut vermitteln, der letzteren auch bei ihrer Anlagerung den Dotter zutragen; vgl. Fig. 178, 184 und 186. Eine interessante Erscheinung steht damit vielleicht in Zusammenhang. Ich sah nämlich häufig, dass die Entodermzellen unter dem Mesoblast in den späteren Gastrulastadien amöboide Fortsätze gegen die Subgerminalhöhle ausgestreckt hatten. Die Fortsätze waren ziemlich lang, von wechselnder Form und enthielten oft kleine Dottertröpfchen. Diese Erscheinung wurde nur nach dem Verstreichen der oben geschilderten Zellstränge und an solchen Stellen beobachtet, an welchen die entodermatische Schicht schon dünner geworden war und keine stark dotterhaltigen Elemente (wie in Fig. 177) enthielt, d. h. im Bereich des Schildes und der Urmundplatte. Ich zweifle nicht, dass diese Pseudopodien der Ernährung dienen und die Aufgabe haben, aus dem Liquor nutritivus der Furchungshöhle Nährstoffe aufzunehmen; sehr wahrscheinlich waren die Dottertröpfchen in ihnen aus der Flüssigkeit schon herausgefischt.

Überhaupt war die unten gegen die Subgerminalhöhle gerichtete Fläche des Entoderms in diesen Stadien an solchen Stellen, an welchen intensive Wachstumsvorgänge im Gange waren, fast immer rauh, uneben und oft mit zahlreichen, kleinen, dicht angelagerten Dottertröpfchen besetzt.

Das Prostom ist an den Keimanlagen von Lacerta und Emys durch Kupffer und Beneke[1]) im Jahre 1878 entdeckt und als der Blastoporus einer Gastrulaeinstülpung gedeutet worden. Den „Urdarm" beschrieben beide Autoren noch als blind endigendes Säckchen. Balfour[2]) stellte bald darauf (1879) fest, dass der „Urdarm" mit seiner unteren Wand in die Subgerminalhöhle durchbricht. Seitdem ist das Prostom und der in die Subgerminalhöhle durchbrechende Urdarm bei verschiedenen Reptilien aufgefunden und von zahlreichen Forschern bis zum Zeitpunkte seiner Perforation untersucht worden und zwar bei Lacerta von Strahl,[3]) Weldon,[4]) C. K. Hoffmann,[5]) Wenckebach,[6]) Will,[7]) Janošik,[8]) bei Phrynocephalos von Ostroumoff,[9]) bei Platydactylus von Will,[10]) bei Hatteria von Schauinsland[11]) und bei den Schildkröten von Mitsukuri und Ishikawa,[12]) Mehnert,[13]) Will[14]) und Voeltzkow.[15])

---

[1]) Kupffer und Beneke, Die ersten Entwickelungsvorgänge am Ei der Reptilien. Königsberg 1878.

[2]) Balfour, On the early Development of the Lacertilia, together with some Observations on the Nature and Relations of the primitive Streak. Quaterly Journal of microsc. Science, N. S., Vol. XIX, 1879. Derselbe, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch von Vetter, Jena 1881.

[3]) Strahl, Über den Canalis myeloentericus der Eidechse. Marburger Sitzungsber. 1880. Derselbe, Über die Entwickelung des Canalis myeloentericus und der Allantois der Eidechse. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1881, Anat. Abt. Derselbe, Beiträge zur Entwickelung von Lacerta agilis. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1882, Anat. Abt. Derselbe, Über Canalis neurentericus und Allantois bei Lacerta viridis. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1883, Anat. Abt.

[4]) Weldon, Note on the early Development of Lacerta muralis. Quaterly Journal of microscop. Sc., 1883, Vol. XXIII.

[5]) C. K. Hoffmann, Entwickelung der Reptilien. Bronns Klassen und Ordnungen, VI. Bd., III. Abt., 1887—1890.

[6]) Wenckebach, Der Gastrulationsprozess bei Lacerta agilis. Anat. Anzeiger, Bd. VI, 1891.

[7]) L. c.

[8]) Janôsik, Quelques remarques sur le développement de Lacerta agilis. Bibliographie anatomique. P. VI, 1898.

[9]) Ostroumoff, Zur Entwickelungsgeschichte der Eidechsen (Phrynocephalus helioscopus). Kasan, 1889. Diese russisch geschriebene Abhandlung war mir nicht zugänglich.

[10]) L. c.

[11]) Schauinsland, Beiträge zur Biologie und Entwickelung der Hatteria nebst Bemerkungen über die Entwickelung der Sauropsiden. Anat. Anzeiger, Bd. XV, Nr. 17/18, 1899.

[12]) Mitsukuri und Ishikawa, On the Formation of the Germinal Layers in Chelonia. Quaterly Journal of microscop. Science, Vol. 27, 1886. Mitsukuri, Further Studies on the Formation of the Germinal Layers in Chelonia. Journal of the College of Science, Imperial University, Japan, Vol. V, 1891. Derselbe, On the Processus of Gastrulation in Chelonia. Journal of the College of Science, Imperial University Japan, Vol. VI, 1893. (Trionyx japonicus, Clemmys japonica und Chelonia caouana).

[13]) Mehnert, Gastrulation und Keimblattbildung der Emys lutaria taurica. Morphologische Arbeiten von Schwalbe, Bd. I, 1892.

[14]) L. c. (Cistudo lutaria Gesn.).

[15]) Voeltzkow, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. II. Die Bildung der Keimblätter von Podocnemis madagascariensis Grand. Abh. d. Senckenbergischen Naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M., Bd. XXVI, 1901.

Bei fast allen diesen Reptilien wurde der Urdarm als relativ kurzer, enger Gang beschrieben, ähnlich, wie er oben von mir bei den Schlangen geschildert worden ist; bei Lacerta erfährt er die geringste Ausdehnung. Nur Will hat für Platydactylus eine sehr grosse Entfaltung des Urdarms angegeben, der vorn und seitlich bis an den Schildrand als vorn anfangs geschlossene Tasche reichen soll. Auch für Cistudo hat Will das Gleiche behauptet. Diese grosse Tasche soll dann in zahlreichen Öffnungen gitterartig nach unten durchbrechen. Für die Schildkröten ist diese grosse Ausdehnung des Urdarms von keinem anderen Untersucher bestätigt worden. Mehnert, Mitsukuri und Voelzkow stellen sie in Abrede. Ich muss gestehen, dass auch mich für Cistudo die Mitteilungen und Abbildungen Wills nicht überzeugt haben. Man bleibt im Unklaren darüber, wie sich der Chordafortsatz (Kopffortsatz) dabei verhält, in welchem die Differenzierung des Urdarms doch vor sich geht. Demnach müsste doch der Chordafortsatz die gleiche Ausdehnung erlangen, wie der sogen. Urdarm. Auch ist auffällig, dass der vermeintliche Urdarm Wills sich auch nach hinten hin unter den Kupfferschen Kanal eine Strecke weit hinziehen soll. Meiner Ansicht nach handelt es sich in den von Will als Wandreste des Urdarms unter dem vorderen Schildteil der Cistudoembryonen abgebildeten Zellmassen um Entoblastansammlungen, wie ich sie in ähnlicher Anordnung auch am Schlangenkeim beobachtet habe, und welche mit dem „Urdarm" nichts zu tun haben. Siehe hierüber Kapitel IX. Auch den bestimmter lautenden Angaben Wills über den Urdarm des Platydactylus stehe ich — ich kann es nicht verhehlen — skeptisch gegenüber. Auch Schauinsland hat kürzlich unverholen seine Bedenken ausgesprochen.

Kehren wir nunmehr zu der Embryonalanlage selbst zurück, welche wir im Stadium des vollendeten Durchbruches des Urdarms und der Ausbildung des Kupfferschen Kanals verlassen hatten. An diese Entwickelungsepoche reihen sich nun die

Übergänge zum Metastomstadium des Blastoporus

unmittelbar an, Übergänge, welche ein recht mannigfaches Aussehen zeigen. Fig. 98 der Taf. IV stellt eine typische Übergangsform dar, zu deren Ergänzung ich noch einige andere Embryonalanlagen in den Textfig. 20—22 auf der folgenden Seite abgebildet habe. Auch die Fig. 104 der Taf. IV repräsentiert in gewisser Hinsicht noch ein Übergangsstadium.

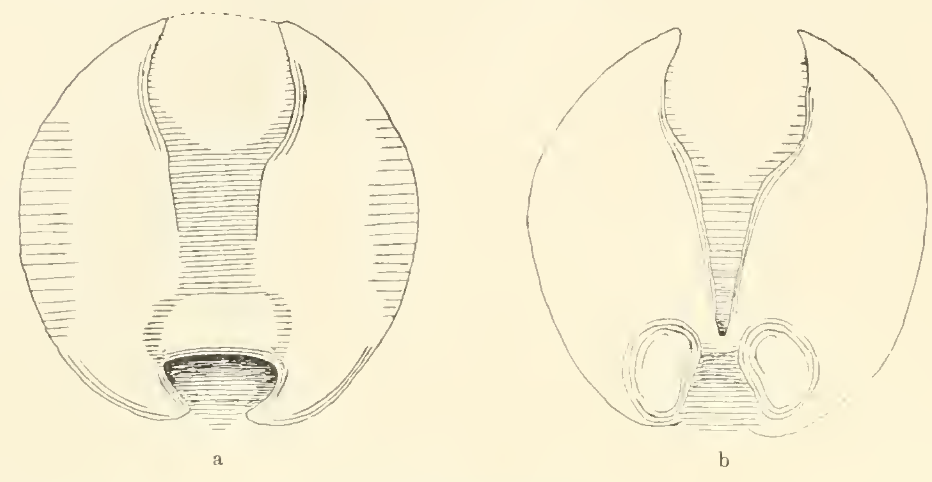
Allen gemeinsam ist zunächst, dass die hörnchenartigen Vorsprünge, in welche die seitlichen Enden der Vorderlippe übergegangen sind, unter Verbreiterung mehr und mehr nach hinten vorwachsen.

In Textfig. 20a sind die Fortsätze noch kurz, in Textfig. 22 dagegen auffällig lang und schmal, sehr breit in Textfig. 21 und Fig. 98.

Zugleich äussern die Vorsprünge die Tendenz, sich medianwärts zu nähern, eine Erscheinung, die meist am frühesten an ihren hinteren Enden hervortritt, sodass diese oft medianwärts umgebogen sind. Textfig. 20a.

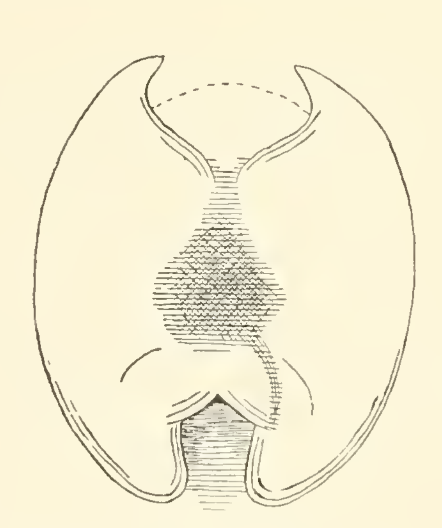
Durch die mediane Annäherung wird in erster Linie die Prostomöffnung mehr und mehr verkleinert; dabei tritt in der Mitte der Vorderlippe häufig eine winkelige Einknickung ihres Randes ein. In Textfig. 20 ist die Vorderlippe noch geradlinig und gross und begrenzt eine breite, weite Prostomöffnung; sie unterscheidet sich kaum von den Bildern früherer Stadien z. B. in Fig. 96 und 97 der Taf. IV.

Ähnlich verhält sich Textfig. 22, nur zeigt die Vorderlippe hier eine kleine, mediane Kerbe. In Textfig. 21 ist die Einknickung der Vorderlippe sehr beträchtlich geworden, während in der Fig. 98 und 104 die schon recht kleine Vorderlippe mehr ihre abgerundete Form bewahrt hat.

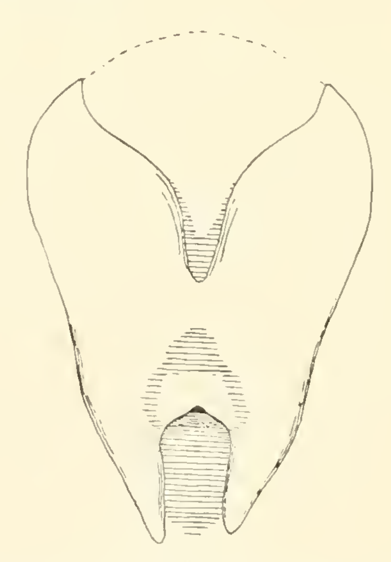


Textfig. 20 a und b.
Flächenbilder eines Übergangsstadiums zum Metastom. Vergrösserung 30.
a Oberfläche, b Unterfläche des Embryos. In b ist die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals am hinteren Ende der Chordarinne als kleiner, dunkler Punkt sichtbar; die Seitenhöcker beginnen hervorzutreten.

Auch das Urdarmlumen wird dadurch in Mitleidenschaft gezogen und seitlich eingeengt. In den sagittal geschnittenen Serien wird es daher in immer weniger Schnitten angetroffen; so war es z. B. in der Serie der Fig. 98 kaum noch in drei Längsschnitten nachweisbar.



Textfig. 21.
Oberflächenbild eines Übergangsstadiums zum Metastom. Vergrössernng 35.



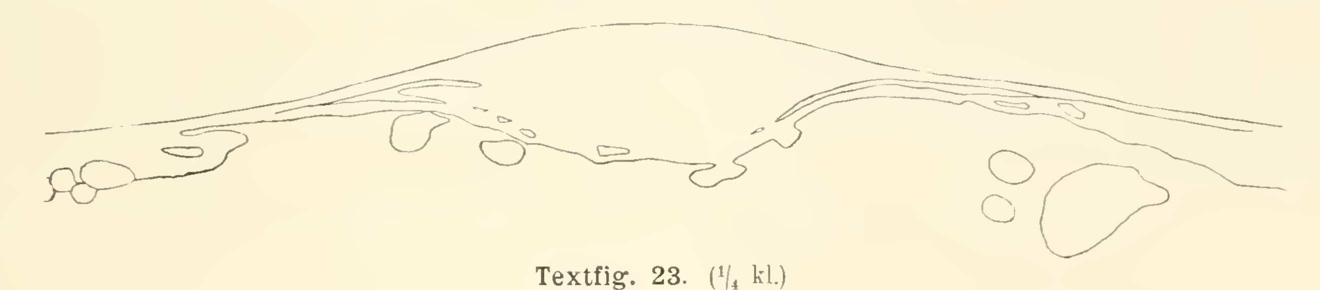
Textfig. 22.
Oberflächenbild eines Übergangsstadiums zum Metastom. Vergrösserung 35.

Eine Folge des Vorwachsens der Lippenvorsprünge ist zunächst eine Lageveränderung der Blastoporusöffnung mit Bezug auf den Embryonalschild. Während vorher die Blastoporusöffnung mit der sie vorn begrenzenden Vorderlippe am hinteren Schildrand lag, wie oben geschildert, wird sie jetzt durch das Vorwachsen der Lippenenden alsbald in den Schild selbst verlegt. Befördernd wirkt dabei der Um-

stand, dass sich die Urmundplatte selbst während der Ausbildung des Urdarms mit einem Teil ihrer Zellenmasse etwas nach vorn vorschiebt und dadurch verlängert. Diese vorgewucherte Masse liefert ja den Chordafortsatz, in welchem der sogen. Urdarm sich differenziert. Das demonstriert sofort ein Vergleich der Textfig. 12 und 13 mit den folgenden Stadien der Textfig. 14—17. Es ist denkbar, dass mit dem Vorschieben des Chordafortsatzes auch die Blastoporusöffnung etwas mehr nach vorn rückt, wie schon Will angenommen hat.

Die auffälligste Konsequenz des medianen Vorwachsens der Lippenfortsätze ist die Bildung einer allmählich immer länger und tiefer werdenden Rinne, welche nach vorn direkt in das Prostom und den Kupfferschen Kanal überführt, nach hinten dagegen zwischen den sich abflachenden hintern Enden der Vorsprünge auf der Oberfläche der Keimhaut frei ausläuft. Anfangs, solange die Hörnchen noch kurz sind, ist auch die Rinne noch kurz, breit und flach; vgl. Textfig. 20a. Aber auch bei schon sehr lang ausgewachsenen Hörnern habe ich sie bisweilen noch sehr breit gefunden, Textfig. 21 und 22. Im Vergleich mit diesen Textfiguren ist die Rinne in Fig. 98 der Tafel schon wesentlich schmäler geworden.

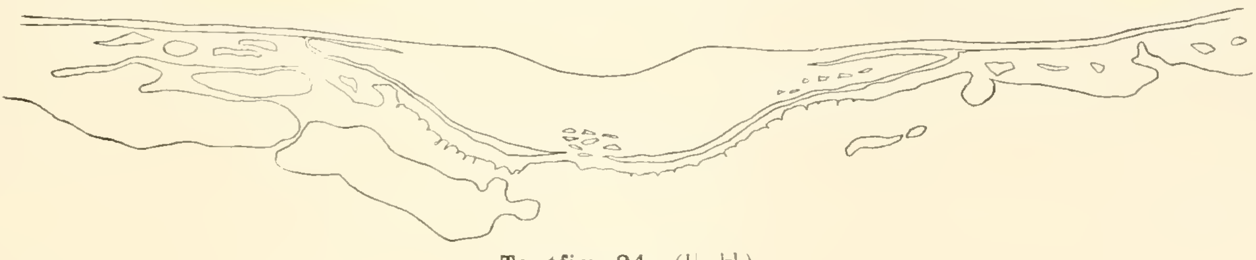
Die Rinnenbildung leitet sich in ihren ersten Anfängen durch den oben schon im Flächenbild geschilderten Schwund der Hinterlippe, d. i. der Urmundplatte, ein und setzt den letzteren gewissermassen voraus. Dieser Schwund lässt sich am besten an Querschnittbildern durch die betreffende Gegend der einzelnen Entwickelungsstufen demonstrieren.



Textfig. 23. ($^1/_4$ kl.)

Textfig. 23 ist der Querschnitt durch den höchsten Punkt der Hinterlippe dicht hinter dem Urmund von solchen Stadien, in welchen der Urdarm schon ausgebildet ist, aber noch vor dem Durchbruch steht (vgl. etwa Textfig. 14); die Dicke der Urmundplatte ist hier meist noch beträchtlich, ihre Oberfläche konvex.

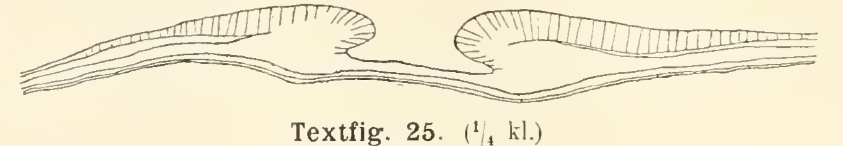
Ein Vergleich dieser Textfigur mit der Textfig. 10c auf Seite 99, welche einen Querschnitt durch die Hinterlippe im Archistomstadium des Blastoporus darstellt, zeigt, dass die Form der Urmundplatte bis jetzt nicht verändert ist; nur ihre Grösse hat infolge reichlicher Zellteilung zugenommen.



Textfig. 24. ($^1/_4$ kl.)

Der Schnitt der Textfig. 24 fiel der Quere nach durch die gleiche Gegend hinter dem Urmund von einer ein wenig älteren Embryonalanlage mit soeben vollendeter oder kurz bevorstehender Urmund-

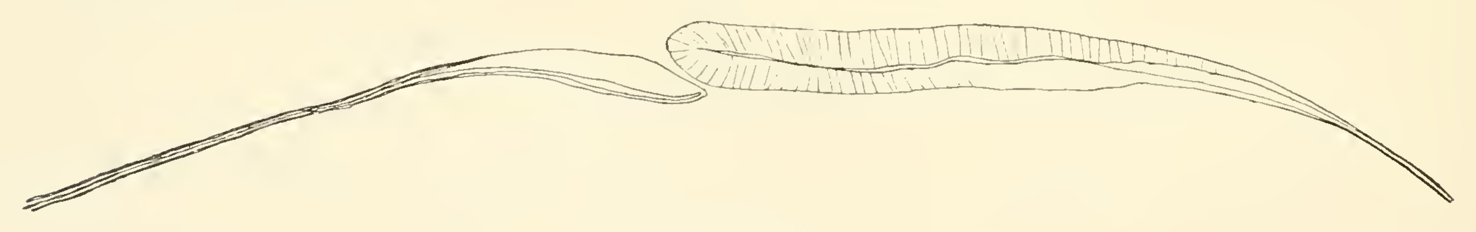
perforation; vgl. etwa Fig. 92, 94 und 95 auf Taf. IV und Textfig. 16 und 17. Die Ektoblastemmasse der Urmundplatte, von welcher sich unten schon deutlich das Entoderm abgespalten hat, ist noch ganz ansehnlich, besitzt aber an der Oberfläche eine muldenartige Vertiefung, welche seitlich von zwei flachen Höckern begrenzt wird, den Querschnitten der von den Enden der Vorderlippe ausgehenden hörnchenartigen Vorsprünge. Gegenüber der Mulde sieht man in dem unteren Teil der Zellmasse oft eine Lockerung der Elemente, welche andeutet, dass die Zellen im Begriff sind, ihren Platz zu verlassen und aus der Mitte abzuwandern.



Textfig. 25. ($^1/_4$ kl.)

Textfig. 25 endlich ist einem Übergangsstadium, etwa der Textfig. 22, an gleicher Stelle entnommen. Die Hinterlippe ist völlig verstrichen, statt ihrer ist nur noch ein ganz dünner Ektoblastemstreifen vorhanden, über welchem die Seitenhörner wulstartig vorragen. Die ganze dicke Zellmasse, welche sich früher an dieser Stelle befand, ist verschwunden und nach hinten und seitlich abgewandert. Übrigens variiert in diesem und auch den nächstspäteren Stadien die Dicke der Ektoblastemschicht hinter dem Urmund etwas, sie ist nicht immer so dünn, wie in Textfig. 25.

Die als Hinterlippe in die Erscheinung tretende Urmundplatte ist mithin eine schnell vorübergehende Bildung, welche verschwindet, nachdem der Urdarm seine volle Ausbildung erlangt hat und in das Stadium seiner Rückbildung eingetreten ist. Die von mir gewählte Bezeichnung der Urmundplatte hat daher ihre volle Berechtigung.



Textfig. 26. ($^1/_4$ kl.)

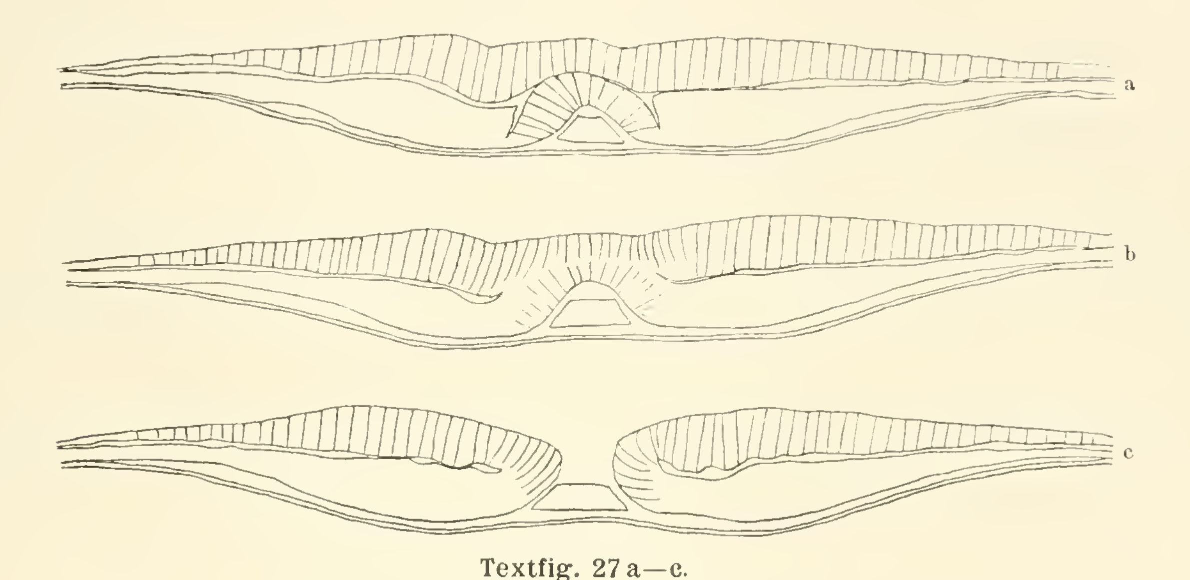
Auch in den Sagittalschnitten ist der Schwund der Urmundplatte leicht festzustellen, wie ein Vergleich der Längsschnitte in den Textfig. 16, 17, 18 und 26 evident zeigt; Textfig. 26 ist der Medianschnitt durch das Übergangsstadium Fig. 98 der Taf. IV.

Diese Längsschnitte demonstrieren ferner, dass nach vollständig erfolgtem Durchbruch des Urdarms, wie bei der Ringelnatter, so auch bei der Otter eine allmähliche Verkürzung des Kupfferschen Kanals erfolgt. Schliesslich ist davon nur noch der hintere, trichterförmige Abschnitt vorhanden, wie in Textfig. 26, während sein vorderer, mehr parallel der Oberfläche des Embryos verlaufender Teil (vgl. Textfig. 18) ganz eingeht.

Diese konstante und auffällige Verkürzung des Kupfferschen Kanals wird bedingt durch eine Reduktion der Länge seiner Unterwand, welche sich gleichzeitig mit dem Schwunde der Hinterlippe verdünnt. Hierbei kommt in erster Linie ein Zurückweichen der Unterwand des Kanals infolge Abwanderung seiner Zellenmasse in Betracht.

Dass eine Abwanderung der aus Ektoblastem bestehenden Zellenmasse der Unterwand nach hinten gegen den Mesoblast stattfindet, scheint mir unzweifelhaft. Wie wir noch sehen werden, erfolgt die Expansion des Mesoblasten von der Urmundplatte aus zuerst nach hinten hin (Textfig. 18) und wird dieses Wandern der Zellenmasse der Platte wohl unzweifelhaft auch die damit zusammenhängende Zellenschicht der Kanalwand beeinflussen und nach hinten hinziehen. Anfangs findet wahrscheinlich auch noch eine seitliche Abwanderung statt, solange die Unterwand von der Nachbarschaft noch nicht abgespalten ist.

Alsbald nach dem Durchbruch des Urdarms in die Subgerminalhöhle spaltet sich nämlich die Unterwand des Kupfferschen Kanals an beiden Seiten von ihrer Umgebung ab. Es entsteht auf jeder Seite eine von dem Kanallumen ausgehende Spalte, welche tiefer und tiefer einschneidet und schliesslich die untere Kanalwand ganz abtrennt. Diese seitliche Abtrennung schreitet von vorn nach hinten hin vor, ist in den Übergangsstadien gewöhnlich weit gediehen und kann hier sogar schon die Urmundgegend nach hinten etwas überschreiten.



Textfig. 27 a—c.

Die Textfig. 27a—c stellen drei aufeinanderfolgende Querschnitte durch die Urmundgegend des Übergangsstadiums der Textfig. 21 dar. Fig. 27a ist dicht vor die schon sehr schmale, auf die mediane Einkerbung beschränkte Vorderlippe gefallen. Unter dem Ektoderm liegt in der Mittellinie die gewölbeartige, wie zusammengedrückt aussehende Chorda, die sich lateralwärts zum Teil von dem Mesoblasten absetzt. In dem Chordagewölbe finden wir ein völlig isoliertes Stück einer aus Ektoblastem bestehenden Zellenmasse von trapezartiger Begrenzung. Die vier Ränder dieses Stückes sind eben und glatt. Unter ihm und davon getrennt zieht das Entoderm hinweg. Dieses ganz abgespaltene Stück ist die ehemalige Unterwand des Kupfferschen Kanals, dessen Lumen zwischen ihr und der Chorda zu sehen ist. Fig. 27b ist der darauf nach hinten folgende Schnitt, welcher den schmalen, freien Rand der Vorderlippe getroffen hat; man sieht daher das Epithel der Oberfläche in das Chordaepithel übergehen. Seitlich hängt die Chorda mit dem Mesoblast zusammen. Unter der Chorda befindet sich dasselbe isolierte Stück, wie in dem vorigen Schnitt. Auch in dem nächsten Schnitt der Textfig. 27c, welcher dicht hinter der Vorderlippe liegt und die vorwachsenden Seitenränder der Quere nach getroffen hat, ist die gesamte Unterwand seitlich und unten abgespalten. Ohne Zweifel unterstüzt diese seitliche Abspaltung die Abwanderung der Zellmasse

und leitet sie in eine bestimmte Bahn: der einzige Weg, auf welchem die Zellenmasse ausweichen kann, ist nach hinten hin gegeben, dort wo das Stück noch im Zusammenhang mit der Umgebung sich befindet.

Wie ich mir denke, steht diese Abspaltung sodann auch noch mit dem Vorwachsen der Seitenränder in Zusammenhang: diese werden dadurch freier beweglich und in ihrem Vorwachsen nicht durch den Zusammenhang mit der medianen Zellmasse gehemmt.

Bei der Ringelnatter*) habe ich die gleiche Abspaltung der Unterwand des Kupfferschen Kanales aufgefunden, dort blieb aber das Entoderm mit ihm in Zusammenhang, während es bei der Kreuzotter davon völlig losgelöst erscheint.

Ob nun aber die Zellabwanderung aus der Unterwand die einzige Ursache der Verkürzung des Kupfferschen Kanales ist, erscheint mir zweifelhaft. Vielleicht verkürzt sich auch die Vorderlippe des Blastoporus in der Medianlinie und retrahiert sich etwas nach vorn. Vergleicht man nämlich die in derselben Vergrösserung gezeichneten Medianschnitte der Textfig. 16, 18 und 26 mit einander, so fällt sofort auf, dass in den älteren Stadien der Fig. 26 der Schild merklich kürzer ist, als in den früheren der Fig. 16 und 18. Es liesse sich denken, dass nach eingetretener Perforation des Urdarms das Schildepithel an dem Hinterrande der Vorderlippe herumwächst und direkt zum Chordaepithel der Unterfläche wird; die Längendifferenzen des Schildes scheinen darauf hinzuweisen. Wäre dem so, dann müsste in der Mittellinie, entsprechend der medianen Lage der Chorda, eine Verkürzung des Schildes nach vorn hin stattfinden, während seitlich davon die Ränder der Vorderlippe mehr und mehr nach hinten und zugleich medianwärts vorwachsen, sodass der Blastoporus immer enger wird. Dadurch würde sich auch ungezwungen die oft so ausgesprochen winklige, mediane Einknickung der Vorderlippe nach vorn erklären, welche in diesem Stadium so häufig ist: Textfig. 21 und 22. Eine weitere Konsequenz wäre, dass der Blastoporus keine konstante Lage im Embryonalschilde besitzt, sondern nach vorn hin in der Medianlinie etwas vorwandert, sodass die Unterwand des Kupfferschen Kanals dementsprechend nach hinten hin freigelegt und der Kupffersche Kanal selbst verkürzt würde. Dieses Moment käme also noch zu den Faktoren hinzu, welche auf S. 119 aufgeführt sind und welche bewirken, dass die Blastoporusöffnung allmählich nach vorn in den Schild hinein verlegt wird.

In der Tat sind die Epithelzellen am hinteren Rande der Vorderlippe bei ihrem Übergange in die Chorda nicht selten stark nach unten und vorn gebogen, als ob sie diese Wachstumsrichtung hätten. Mir persönlich erscheint dieser Vorgang sehr wahrscheinlich. Absolut sichere Beweise liefern aber auch die Messungen und die durch sie erhaltenen Längendifferenzen nicht, da die Gesamtausdehnung des Schildes überhaupt in diesem Stadium gegen früher etwas reduziert wird, auch in der Dicke seines Epithels, wie z. B. ein Vergleich der Textfig. 15, 17 und 18 mit Textfig. 26 zeigt. Dazu kommen dann noch die individuellen Verschiedenheiten, welche sich auch auf die Grössenverhältnisse erstrecken.

Mit Bezug auf die Textfig. 27a—c sei noch bemerkt, dass an ihnen dicht hinter der Vorderlippe der direkte Übergang der lateralen Teile der Chordawölbung einerseits in die Seitenlippen und andererseits in die seitlichen Mesoblastplatten ersichtlich ist. Chordaanlage und Mesoblast bilden also auch hier eine zusammenhängende Masse.

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901, S. 722—723, Textfig. 37.

Die untere Öffnung des Kupfferschen Kanales bleibt in diesem Übergangsstadium trotz der Verkürzung des Kanales noch offen, wie Textfig. 20b erkennen lässt, welche das Unterflächenbild zu Textfig. 20a liefert. Wir sehen, dass sie am hintersten Ende der Chordarinne noch existiert, sie ist aber sehr klein und schmal geworden und auch mehr nach hinten hingerückt, sodass sie als feiner, dunkler, nadelstichartiger Punkt in geringer Entfernung von der sich auch an der Unterseite noch leicht markierenden Vorderlippe liegt; vgl. den Medianschnitt der Textfig. 26.

Das Unterflächenbild der Textfig. 20b demonstriert auch zugleich, dass in diesem Übergangsstadium die hörnchenartigen Fortsätze der Vorderlippe beginnen, sich an der Unterfläche des Embryo in Form zweier getrennter Höcker zu erheben.

Um das Bild dieser Übergangsformen zu vervollständigen, sei noch auf die Mesoblastplatten hingewiesen, welche anfangen, zu mächtigen Seitenflügeln auszuwachsen. Textfig. 20—22 und Fig. 98. Der mediale, zugleich nach vorn gerichtete Rand eines jeden Mesoblastflügels ist anfangs mehr gerade, erhält aber bald einen geschwungenen Verlauf, indem die vorderen, hörnchenartigen Enden der Flügel sich gegen die Mittellinie hin umbiegen.

Schliesslich müssen wir uns die Frage vorlegen, wie denn eigentlich das Vorwachsen der Seitenteile der Vorderlippe und der aus ihnen hervorgehenden, die Rinnenbildung verursachenden Hinterhörner erfolgt. Man könnte nach dem Oberflächenbilde zu der Vermutung geneigt sein, dass sich hier die Zellenmassen vom Rande der Vorderlippe aus einfach mechanisch vorschieben und dadurch die Entstehung und das Vorwachsen der Hinterhörner bedingen. Dem ist aber nicht so. Vielmehr spielt sich hier derselbe Umwandlungsprozess ab, welchen wir bei der Entstehung der Randsichel und Urmundplatte festgestellt haben, nur ist er nicht so deutlich und ist mehr ins Minutiöse gegangen. Zuerst bildet sich eine leichte Verdickung des Ektoderms, dann lockern sich die Zellen, werden indifferent und setzen sich mit dem Mesoblast ebenso in Verbindung, wie es die gelockerten Ektodermzellen der Randsichel und der Urmundplatte mit den Dotterentoblastzellen taten. Diesen Umwandlungsprozess erkennt man naturgemäss am sichersten an den hinteren Spitzen der vorwachsenden Hinterhörner. Hier findet man in den Serien zunächst eine Ektodermverdickung, die aber nur sehr gering ist, sich auf 2—3 Zellenlagen beschränkt und gewöhnlich auch nur in 1—3 aufeinanderfolgenden Querschnitten auftritt. Sie kann daher leicht übersehen werden. In dem nächsten, nach vorn sich anschliessenden Schnitt ist sodann eine Lockerung der Zellen zu konstatieren; die Ektodermzellen zeigen ein indifferentes Aussehen und setzen sich mit den Mesoblastzellen in Verbindung, sodass die Grenze zwischen Ektoderm und Mesoblast völlig schwindet. Nach vorn hin vergrössert sich diese Verbindungsstelle mehr und mehr, der Mesoblast haftet in breiter Zone dem Ektoderm an, und so entsteht ein breites, durch mitotische Zellenvermehrung immer dicker werdendes Ektoblastemlager. Das Vorwachsen der Hinterhörner ist also ein Umwandlungsprozess des Ektoderms, welcher sich in loco vollzieht und am Ektoderm von vorn nach hinten hin vorschreitet.

Wie für das Vorwachsen der Ektoblastemhörner, so wird auch für die Epitheldifferenzierung der Seitenlippen der erste Anstoss an den lateralen Enden der Vorderlippe gegeben. Untersucht man die Schnittbilder dieser Gegend, so sieht man, dass das Zylinderepithel der Vorderlippe sich hier zunächst eine kurze Strecke nach hinten hin fortsetzt und zwar zuerst als einfache, von der Unterlage nicht abgesetzte Epithelstreifung. In den späteren Stadien erhebt sich sodann diese Stelle wulstartig, tritt aus der Fläche hervor und wächst in Verbindung mit dem Epithelwulst der Vorderlippe medianwärts vor.

Liegt hinter dem Blastoporus nur wenig Zellenmasse, so wird diese von den Epithelwülsten förmlich überwallt: vgl. Textfig. 25. Ist die Zellmasse jedoch grösser, so kommt es, wie wir sehen werden, zu mannigfachen Kompressionserscheinungen. Durch dieses energische, mediane Vorwachsen und Vordrängen der Epithelwülste hinter dem Blastoporus wird das mechanische Moment gegeben, welches die Einengung der zwischen den Hinterhörnern entstehenden Rinne bedingt.

Auch hier sei noch besonders betont, was aus obiger Schilderung ja auch deutlich hervorgeht, dass sich das Ektoderm überall kontinuierlich in das Ektoblastem fortsetzt: nirgends ist eine scharfe Grenze vorhanden. Besonders lateral an den Hinterhörnern verdickt sich das Schildektoderm schnell und geht breit in das Ektoblastem über.

---

4. Das Metastomstadium des Blastoporus.

Primäre und sekundäre Metastomrinne. — Grenzfurchen. — Metastom. — Metastompfropf und Metastomleiste. — Seitenhöcker. — Schluss des Urmunds.*)

Das Metastomstadium des Blastoporus ist dadurch charakterisiert, dass die lateralen Teile der ursprünglichen Vorderlippe mit ihren hörnchenartigen, nach hinten gerichteten Fortsätzen mehr und mehr nach hinten und medianwärts vorwachsen, sodass zwischen ihnen eine immer schmäler werdende Rinne, die Metastomrinne, entsteht. Dabei verdicken sich die vorwachsenden Ränder zu Wülsten, welche als Seitenlippen die Metastomrinne begrenzen und gegen die Subgerminalhöhle hin in Gestalt zweier getrennter, abgerundeter Höcker, der Seitenhöcker, vorspringen: in ihnen geht das Ektoderm direkt in den Mesoblast über in gleicher Weise, wie die Vorderlippe des Prostoms sich kontinuierlich in die Chorda fortsetzt.

Infolgedessen wird die Vorderlippe des Prostoms immer kleiner und stellt schliesslich im Flächenbilde nur noch einen unansehnlichen Vorsprung dar, welcher bald ganz verschwindet. Auch der Kupffersche Kanal wird immer kürzer und schmäler. Schliesslich kann aus ihm hinter der Vorderlippe ein einfacher, kurzer, lochartig direkt von oben nach unten führender Gang hervorgehen, welcher im vordersten Teil der Metastomrinne gelegen ist und die Kommunikation des Subgerminalraumes mit der Keimoberfläche aufrecht erhält. Ich habe ihn in meinem Bonner Vortrage als Canalis rectus bezeichnet. Hierdurch rechtfertigt sich die von mir gewählte Benennung: „Metastom“ für dieses ganze Blastoporusstadium. Andererseits tritt noch öfter ein früher Verschluss des Kupfferschen Kanals und damit des Blastoporus ein.

Vorn sind die Seitenlippen in direktem Anschluss an den medianen Teil der Vorderlippe mit deutlicher, hoher Epithelstreifung versehene Epithelhöcker, welche aus der Fläche lippenartig vorspringen. Nach hinten hin wird der epitheliale Charakter der Seitenlippen undeutlicher und geht über in Ektoblastem- (resp. Blastem-) gewebe, aus welchem heraus sich die Epithelwülste differenzieren. Seltener wird

---

*) Wenn ich in diesem und dem folgenden Kapitel von einem „Schluss des Urmunds“ spreche, so meine ich damit die Urmundeinsenkung. Dem Blastoporus im weiteren Sinne sind ja auch die Metastomrinne und Primitivrinne zuzurechnen.

ein allmählicher, direkter Übergang beobachtet; weit häufiger ist medianwärts eine Grenze zwischen den Epithelwülsten und dem Ektoblastem im Flächenbild und im Schnitt jederseits als meist deutliche, flache Furche erkennbar, welche ich Grenzfurche nennen will. Hinter der Grenzfurche werden die Seitenlippen oder Seitenwülste von Ektoblastem- (resp. Blastem-) gewebe gebildet, in welches lateralwärts das hohe Ektodermepithel direkt übergeht. Diese aus Ektoblastem gebildeten hintersten Enden der ursprünglichen hörnchenartigen Fortsätze der Vorderlippe treten einander medianwärts gewöhnlich früher näher, als vorn die Epithelwülste, und fassen alsbald eine mediane Rinne zwischen sich, welche ich als sekundäre Metastomrinne bezeichne. Diese bleibt auf den hinteren Teil beschränkt und erstreckt sich nur selten bis in die Nähe des Urmunds. Sie geht später auch wieder ein; wenigstens erhält sie sich nur in seltenen Fällen andeutungsweise noch in späteren Stadien.

Zwischen den Epithelwülsten vorn entsteht bei ihrer medianen Annäherung gleichfalls eine Rinne, welche ich als primäre oder eigentliche Metastomrinne benenne; in ihr liegt das Metastom, wenn es überhaupt zur Ausbildung kommt. Sie kann nach hinten hin in die sekundäre Metastomrinne direkt übergehen oder diese auch umschliessen; das letztere findet statt bei dem Vorhandensein der Grenzfurchen.

Die Epithelwülste der Seitenlippen stossen schliesslich in der Mittellinie zusammen und verschmelzen unter Rinnenbildung miteinander. Hierdurch wird die Metastomrinne in eine ganz typische, bei der Kreuzotter prächtig ausgebildete Primitivrinne umgewandelt, welche längere Zeit persistiert. Vgl. hierüber auch Abschnitt 6 dieses Kapitels. Die Primitivrinne liegt in der Medianlinie auf der Oberfläche eines kurzen Primitivstreifens, welcher hinten in einen nach unten hin vorspringenden, unpaaren, abgerundeten Höcker, den Primitivhöcker, übergeht; der Primitivhöcker entsteht durch die Verschmelzung der beiden Seitenhöcker.

Auf diese Weise vollzieht sich in den wesentlichsten Grundzügen die Ausbildung des Metastomstadiums des Blastoporus bei der Kreuzotter und die Überführung des Metastoms und seiner Rinne in die eigentliche Primitivrinne.

Im einzelnen erleidet der Umwandlungsprozess nun mannigfache Variationen, wobei die individuelle Variabilität wiederum sehr zur Geltung kommt. Auch treten mancherlei Besonderheiten auf, welche den Vorgang komplizieren und ihm ein erhöhtes Interesse verleihen. Hieraus folgt, dass die Befunde in den Einzelheiten fast an jedem Embryo differieren. Es ist mir daher unmöglich, alle Einzelheiten hier durch Abbildungen, zumal aus den Serien, zu belegen, und kann es in folgendem nur meine Aufgabe sein, die wesentlichen Punkte hervorzuheben und die typischen Befunde nach Möglichkeit zu illustrieren.

Übrigens sind die in Frage kommenden Stadien vor der Ausbildung des Medullarrohres nicht häufig, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil sich die Umwandlung des Metastoms relativ schnell vollzieht. Die sich daran anschliessenden Embryonalformen erhält man weit öfter. Ich habe aber im Laufe der Zeit auch von ihnen ein grosses Material, im ganzen 43 Stück, gesammelt, welche bis auf 6 in Serien zerlegt wurden; die 6 Exemplare wurden als Flächenbilder in Balsam eingeschlossen.

Zunächst müssen die Embryonalformen mit typisch ausgebildeter Metastomrinne berücksichtigt werden, welche vor dem Auftreten der Primitivrinne stehen, und eine, wenn auch sehr reduzierte Vorderlippe noch deutlich erkennen lassen. Sie reihen sich unmittelbar an die im vorigen Kapitel geschilderten

Übergangsformen an, sodass man oft im Zweifel sein kann, ob man dieses oder jenes Stück noch als Übergangsform oder schon als Metastomstadium bezeichnen soll; vgl. z. B. Fig. 98 mit Fig. 99.

Als typisch ausgebildete Metastomstadien fasse ich die Embryonen der Fig. 99—104 der Taf. IV, der Fig. 112—114 der Taf. V und der Textfig. 32 auf.

Wie man sieht, sind die Mesoblasthörner an ihnen nach vorn beträchtlich vorgewachsen und stossen in den Fig. 112 und 114 schon vorn in der Mittellinie zusammen. Vor der Gegend der Vorderlippe des ursprünglichen Prostoms ist eine mehr oder weniger ausgeprägte Rückenfurche sichtbar. Die Fig. 112—114 lassen schon deutliche, wenn auch noch sehr flache Hirnhöcker erkennen, welche zwischen sich eine schmale Furche, die erste Andeutung der Medullarrinne, fassen.

Hinsichtlich der Entfaltung des Mesoblastes und der Anlage der Hirnhöcker stehen die Fig. 99 bis 104 der Taf. IV entschieden auf niederer Stufe, als diejenigen der Taf. V. Hirnhöcker sind noch nicht vorhanden, oder, wie in Fig. 102, eben erst angedeutet. Die Mesoblasthörner sind zwar weiter nach vorn vorgedrungen, als in Fig. 98, ihre medianwärts gerichteten Spitzen sind einander aber noch nicht so weit genähert, wie in den Embryonen der Taf. V.

In den Fig. 99—101 und 103—104 ist die Urmundgegend noch sehr deutlich zu erkennen. Die Vorderlippe ist noch erhalten und ragt als kleiner, hinten stark konkaver Vorsprung ein wenig hervor; auf ihr steht daher bei bestimmter günstiger Beleuchtung ein helles Licht. Alsdann fällt hinter sie ein schmaler, tiefer Schatten, welcher die noch bestehende Urmundöffnung verrät. Zwei zarte, leichte Schatten umgeben seitlich oft den Vorderlippenvorsprung, verlieren sich nach vorn in der Rückenfurche und gehen hinten in den Urmundschatten über; vgl. Fig. 99, 100, 103 und 104. Nicht selten sind diese Schatten unsymmetrisch, da die eine der beiden sie bedingenden Furchen etwas tiefer wird. Diese Asymmetrie war schon in der Übergangsform der Textfig. 21 angedeutet, in welcher nur rechts neben dem Vorderlippenhöcker eine Furche sichtbar ist. Die beiden hörnchenartig nach hinten vorgewachsenen Seitenteile der Vorderlippe haben sich einander medianwärts sehr genähert, sodass im Flächenbild nur noch eine ganz schmale Rinne, die Metastomrinne, zwischen ihnen besteht. Ihre Seitenlippen sind hinten einander näher gerückt als vorn. An der Unterfläche des Embryos verursachen sie durch ihre wulstartige Verdickung die Seitenhöcker, welche als fast halbkugelige Erhebungen jetzt weit auffälliger werden, als an den Übergangsformen; vgl. Fig. 102a und 103a mit Textfig. 20b. Die Seitenhöcker haben eine anfangs breitere, später immer schmaler und flacher werdende Furche zwischen sich, in welcher sich die Chordarinne verliert. Hier ist nur noch in seltenen Fällen die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals als feinster Punkt auffindbar; vgl. die Übergangsform der Textfig. 20b. Gewöhnlich ist diese Öffnung schon verlegt, sodass man auch bei Untersuchung mit stärkeren Lupen unter günstigstem Licht an der Unterfläche keine Andeutung davon mehr entdecken kann. Das ist z. B. in Fig. 102a und 103a, welche die Ansichten der Unterflächen der Embryonen 102 und 103 darstellen, der Fall. Die kleinen, fast halbkugeligen Lateralhöcker treten sehr bezeichnend hervor, in der Rinne dazwischen verläuft sich aber nur das hintere Ende der Chordarinne, irgend eine Spur der Kanalöffnung ist nicht mehr zu finden, obwohl in der oberen Ansicht der Fig. 103 der äussere Urmund noch deutlich ausgeprägt erscheint.

Die Fig. 99—104 knüpfen mithin unmittelbar an die Übergangsform der Fig. 98 und der Textfig. 20—22 an, lassen im einzelnen aber schon eine sehr bemerkenswerte Weiterentwickelung der Urmundgegend erkennen.

Da fällt vor allem ein eigentümliches Gebilde in die Augen, welches als weisslicher Pfropf hinter dem Urmund in die Erscheinung tritt und in die Metastomrinne gewissermassen eingeklemmt ist. Der Pfropf ragt aus der Tiefe hervor und ist ringsherum durch einen dunkeln Schatten abgesetzt; hinter ihm rücken die Seitenlippen der Metastomrinne wieder aneinander. Er zeigt verschiedene Grösse und tritt auch verschieden weit an der Oberfläche heraus; in Fig. 100 z. B. ist er nur klein und bleibt mehr in der Tiefe, sodass er nicht sofort auffällt; in Fig. 103 dagegen ist er sehr gross und überragt die Seitenlippen. Übrigens ist die erste Andeutung des Pfropfes schon in Fig. 98 zu erkennen und besteht in einer ganz leichten Erhebung der Zellenmasse dicht hinter der Vorderlippe und dem Kupfferschen Kanal.

In seinem Aussehen erinnert dieser Pfropf, welchen ich als Metastompfropf bezeichnen will, ausserordentlich an den im Urmund der Amphibien auftretenden Dotterpfropf. Vgl. hierüber Abschnitt 6 dieses Kapitels. Auch mit dem von mir bei der Ringelnatter aufgefundenen eigentümlichen Epithelauswuchs der Vorderlippe besitzt er eine gewisse äussere Ähnlichkeit. Ich selbst glaubte, als ich ihn bei der Kreuzotter zuerst auffand, das gleiche Gebilde, wie bei der Natter, vor mir zu haben. Bei näherem Hinsehen überzeugte ich mich aber sehr bald schon durch den Befund am Flächenbilde, dass ein Zusammenhang mit der Vorderlippe nicht bestehen konnte, da sich zwischen Pfropf und Vorderlippe bei der Kreuzotter die Urmundeinsenkung befindet und als tiefer Schatten beide von einander trennt. Die Serienschnitte werden uns zeigen, dass der Metastompfropf mit dem Epithelauswuchs der Ringelnatter nichts zu tun hat, vielmehr eine ganz andere Bildung darstellt.

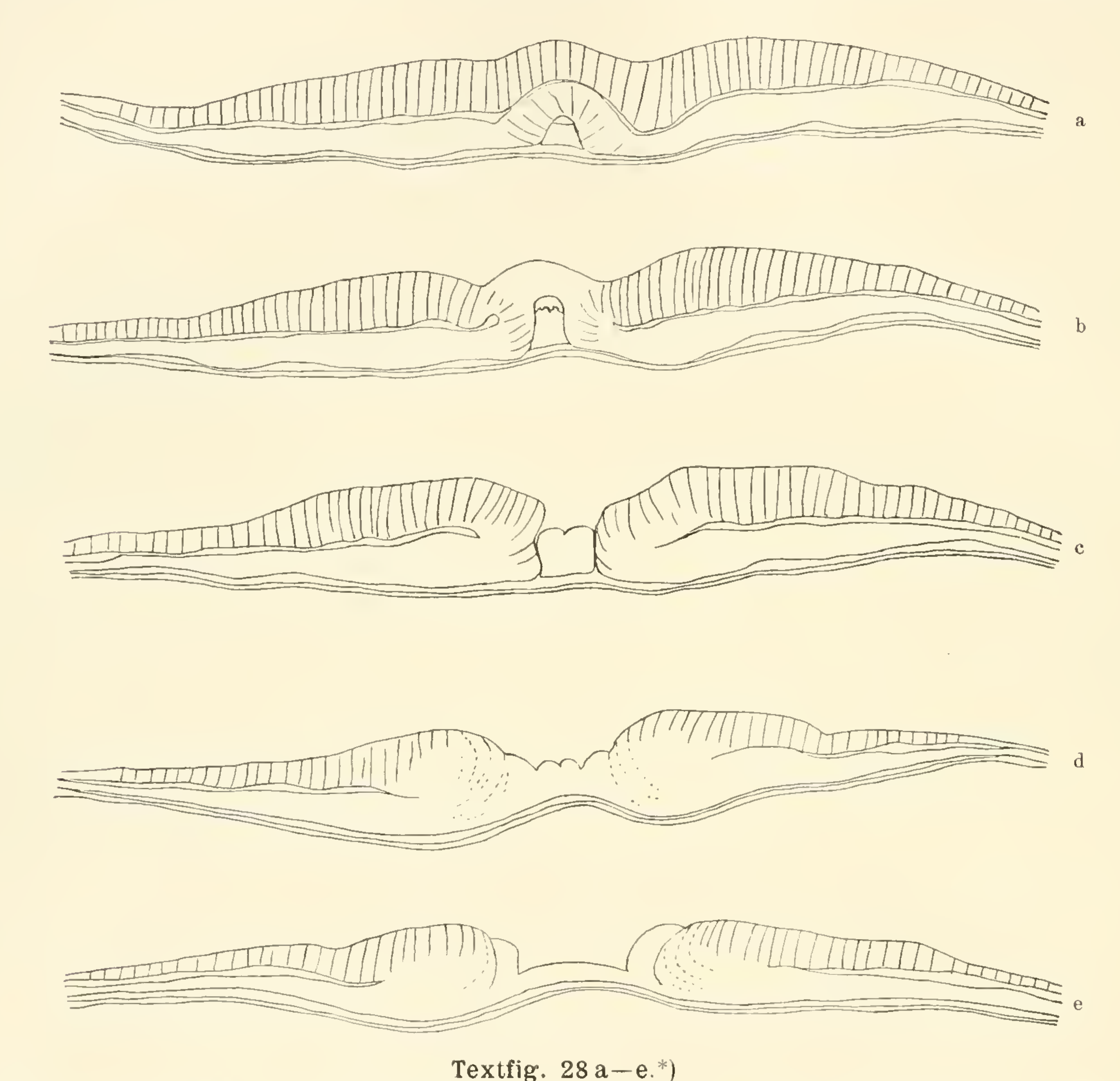
Wenn man die Gegend hinter dem Pfropf bei gutem Licht mit der Lupe im Oberflächenbilde untersucht, so nimmt man an den meisten Präparaten, z. B. in Fig. 99 und 101, jederseits eine feine, zarte Furche wahr, die oben schon erwähnte Grenzfurche, welche von den seitlichen, den Pfropf begrenzenden Schatten ausgeht und die medialen Ränder der Seitenlippen wenigstens vorn eine kurze Strecke abgrenzt. Die medialen Ränder erscheinen daher, besonders vorn, aber auch hinten, oft absatzartig und gewöhnlich etwas niedriger, als die lateral davon gelegenen, meist stark gewölbten Abschnitte der Seitenlippen; das findet seinen Ausdruck auch oft in einem leichten Schatten, welcher auf den medialen Rändern der Seitenlippen bei bestimmter, seitlicher Beleuchtung zu liegen pflegt.

Die Erklärung dieser minutiösen Reliefverhältnisse geben uns die Serienschnitte, vor allem die quer zur Embryonalachse gelegten.

Am nächsten steht den oben beschriebenen Übergangsformen noch Fig. 104, welche zugleich an die zierliche, bei der Ringelnatter von mir aufgefundene Falterform der Embryonalanlage erinnert. Ein Metastompfropf ist noch nicht vorhanden. Statt dessen zeigt die Gegend hinter dem winzigen Vorsprunge der Vorderlippe eine leichte Verdickung, deren Einzelheiten im Flächenbild nicht deutlich werden. Die Seitenlippen sind einander hinter der Vorderlippe zwar genähert, divergieren aber alsbald mit ihren ein wenig verdünnten Rändern nach hinten hin. Die untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals ist nicht mehr sichtbar (vgl. Fig. 104a, die Unterseite der Fig. 104), während die Seitenhöcker kaum mehr als in Textfig. 20b hervortreten.

In der Serie erstreckt sich der Kupffersche Kanal nur noch durch fünf Querschnitte (den Querschnitt durch den hintersten Rand der Vorderlippe mitgerechnet). Im Schnitt davor befindet sich an der Unterfläche der Chorda eine sehr schmale, noch frei gegen den Subgerminalraum sehende Chordarinne, welche seitlich von dem mit der Chorda verlöteten Entoderm begrenzt wird. In dem nach hinten nächst-

folgenden Schnitt drängt sich das Entoderm medianwärts unter drei dicht nebeneinander liegenden Zellen zusammen, welche die noch niedrige Chordarinne ganz ausfüllen. Hierdurch wird die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals vollständig verlegt. Im nächsten Schnitt ist die Wölbung der Chorda etwas höher geworden und wird von mehreren Zellen ausgefüllt, unter welchen das Entoderm jetzt frei hinwegläuft.



Textfig. 28 a—e.*)
Aus der Querschnittserie des Embryos der Fig. 104 auf Taf. IV. Querschnitte durch den Kupfferschen Kanal und die Metastomrinne.

Textfig. 28a gibt das Bild der beiden nun folgenden Querschnitte wieder. Die Unterwand des Kupfferschen Kanals ist völlig abgespalten, begrenzt aber nach oben hin mit glatter Fläche noch ein sehr deutliches Kanallumen. Textfig. 28b ist durch den freien Rand der kleinen Vorderlippe gegangen,

*) In diesen, wie auch den vorhergehenden und nachfolgenden Textfiguren ist die Epithelstreifung des Zylinderepithels schematisch durch einfache Schraffierung angegeben. Die Punktreihen bezeichnen dagegen die Anordnung und Verlaufsrichtung der Zellenzüge in dem kompakten, indifferenten Gewebe.

dort, wo diese direkt in die Seitenlippen der Metastomrinne übergeht. Die Unterwand ist isoliert und sitzt wie eingekeilt in der Chordawölbung. Ihre obere Fläche, die noch ein schmales, aber deutliches Kanallumen freilässt, ist merkwürdig rauh, uneben, mit Detritusmasse bedeckt. Wenn man diese Querschnitte mit denen des Übergangsstadiums der Textfig. 27 vergleicht, so sieht man, dass sie einander sehr ähnlich sind. In den Querschnitten der Textfig. 28 ist die Chordawölbung und der davon eingeschlossene Wandrest nur noch höher geworden; auch ist die Oberfläche der abgelösten Unterwand des Kanals in den sämtlichen Schnitten der Fig. 27 noch ganz glatt und eben. Man gewinnt sofort den Eindruck, dass in Textfig. 28 durch das medianwärts gehende Vorwachsen der Seitenteile die Chorda und der Kupffersche Kanal mit seiner Unterwand noch mehr zusammengedrückt wurden und dadurch unscheinbarer geworden sind. Textfig. 28c folgt auf den Schnitt der Textfig. 28b und hat das äussere Urmundlumen gequert. Die Epithelwülste der Seitenlippen setzen sich deutlich von der aus Ektoblastem bestehenden interlabialen Zellmasse ab, welche mit dem freien Entoderm den Grund der Metastomrinne ausfüllt. Nach vorn geht diese Zellmasse direkt in die Unterwand des Kupfferschen Kanals über; an ihrer sonst glatten Oberfläche fällt eine deutliche, mediane Einkerbung auf, zu deren beiden Seiten die Zellenmasse ein wenig abgerundet hervortritt. Die Furche, welche die Einkerbung bedingt, erstreckt sich in dieser Serie ziemlich weit nach hinten, um sich dann schliesslich zu verlieren. Jedenfalls ist es dieselbe Furche, welche ich schon in früheren Stadien im Boden des Kupfferschen Kanals bisweilen angedeutet fand und oben S. 109 bereits erwähnt habe: vgl. Textfig. 19a. In dem Embryo der Fig. 104 ist sie auffällig deutlich ausgebildet, wie sie nur selten beobachtet wurde; überhaupt kommt sie in diesen Stadien nicht oft zur Beobachtung. Mit der von mir unterschiedenen Metastomrinne ist sie nicht identisch, ich will sie daher als Medianfurche der Metastomrinne bezeichnen.

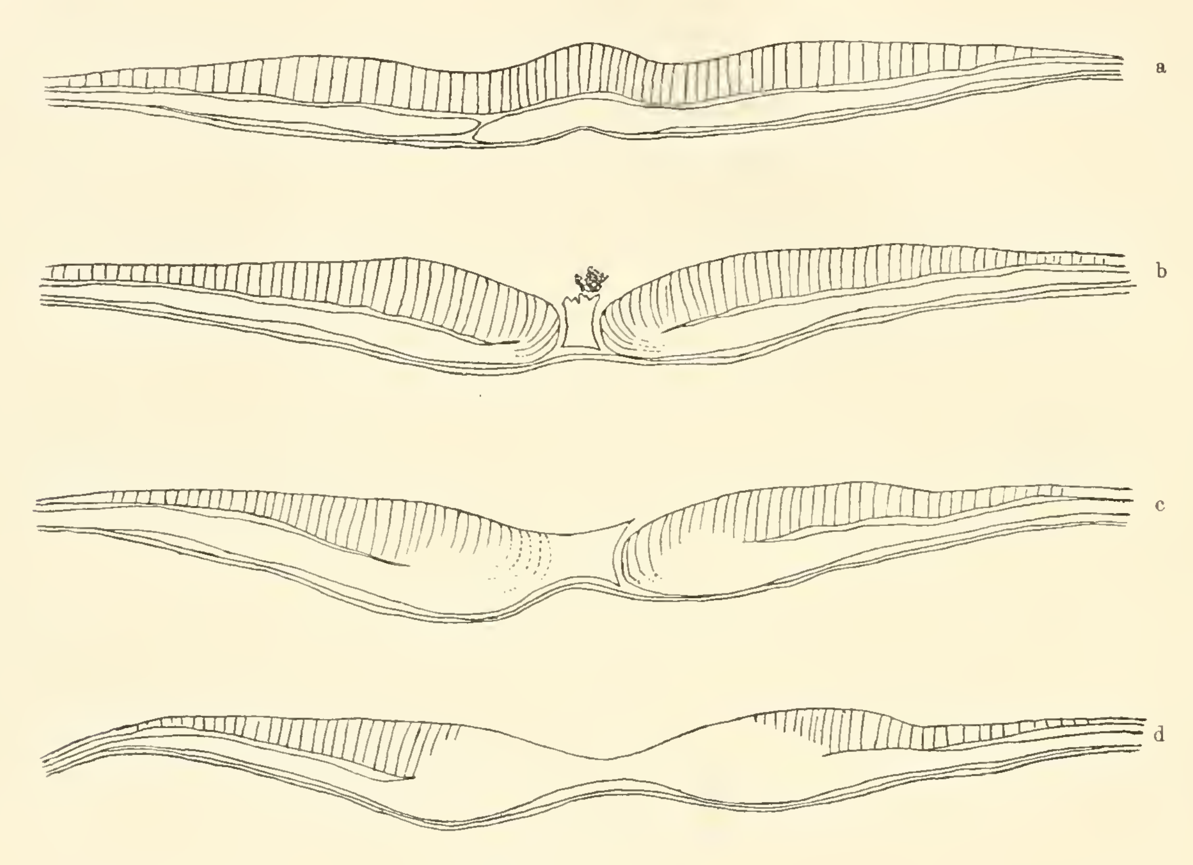
Die Textfig. 28d und e führen dann noch zwei mehr nach hinten gelegene Querschnitte der Metastomrinne vor. Textfig. 28d geht durch den hintersten Teil der weisslichen, hinter der Vorderlippe gelegenen Verdickung, auf welche oben bei Beschreibung des Flächenbildes aufmerksam gemacht wurde. Die Epithelwülste sind nicht mehr von dem zwischen ihnen gelegenen Gewebe abgesetzt, sondern gehen darin über. Dort wo die Differenzierung der Epithelwülste aus dem Ektoblastem erfolgt, treten aber an der Oberfläche des Schnittes zwei deutliche Grenzfurchen hervor, welche die Breite der primären Metastomrinne abgrenzen. Von den Grenzfurchen gehen dann medial absatzartig die Ektoblastemwülste aus, welche die sekundäre Metastomrinne umfassen, in deren Boden das hier noch ziemlich dicke interlabiale Gewebe mit der noch gut hervortretenden Medianfurche liegt. Das Schnittbild ist mithin komplizierter, als man nach dem Flächenpräparat erwarten sollte. Dies ist aber auch der komplizierteste Befund, den man von der Metastomrinne erhält, und der nur selten zur Beobachtung kommt. Gewöhnlich liegen die Verhältnisse einfacher.

Textfig. 28e endlich ist mehrere Schnitte dahinter durch die schon divergierenden Seitenlippen gefallen. Die sekundäre Metastomrinne zwischen den Ektoblastemwülsten ist breit, ihr Boden dünn. Die Grenzfurchen zwischen ihnen und den schon weniger deutlich abgesetzten Epithelwülsten sind noch sichtbar. Die Medianfurche ist verschwunden.

In den hintersten Schnitten verliert sich schliesslich auch die Abgrenzung der Epithelwülste, und nur die Ektoblastemwülste bleiben übrig.

Die Textfig. 29a ist der Querschnittserie durch einen Embryo entnommen, welcher der Fig. 99 auf Taf. IV im Flächenbilde sehr glich; nur Grenzfurchen waren nicht vorhanden. Sie stellt einen Schnitt

dar, welcher durch den vorderen Teil der Vorderlippenerhebung gefallen ist, dort wo das Entoderm an die Chordaanlage angeheftet ist und letztere schon unterwachsen hat. Ektoderm und Chordaanlage, die ursprüngliche obere Wandung des Kupfferschen Kanals, sind von einander getrennt; der Mesoblast geht rechts noch kontinuierlich in die Chordaanlage über, links ist er davon abgespalten. Die Vorderlippengegend markiert sich noch als leichte Erhebung. Von hier ab findet sich nach hinten hin der Kupffersche Kanal in vier Schnitten, ist aber in seinem vordersten Querschnitt sehr klein und wird hier ganz eingenommen von einer einzigen Zelle, unter welcher sich das dünne Entoderm befindet.



Textfig. 29 a—d.

Aus der Querschnittserie durch einen der Fig. 99 auf Taf. IV ähnlichen Embryo, an welchem aber die Grenzfurchen fehlten. Querschnitte durch die Gegend vor der Vorderlippe (a) und durch die Metastomrinne (b—d).

In dem nächsten Schnitt, welchen Fig. 190 auf Taf. X vorführt, ist aus der einen Zelle ein viereckiges Stück von mehreren Zellen geworden, welches völlig isoliert in der Chordawölbung liegt, und unter welchem das Entoderm frei verläuft. Die eigentümlich rauhe, unebene Beschaffenheit der oberen Fläche dieser Zellenmasse, welche sich auch in den folgenden Schnitten erhält, tritt in der Abbildung deutlich hervor. Fig. 191 auf Taf. X ist hiervon nach hinten der zweitnächste Schnitt. Ähnlich wie in Textfig. 28b, hat er den äussersten hinteren Rand der Vorderlippe im Bereich des Blastoporus noch gerade gestreift; Kerne sind daher im mittleren Teil der Vorderlippe nicht mehr mitgekommen. Man sieht, dass der Blastoporus ausserordentlich schmal und klein geworden ist. Der Kupffersche Kanal wird nur noch repräsentiert durch den schmalen Spalt zwischen dem unteren Rande der Vorderlippe und der

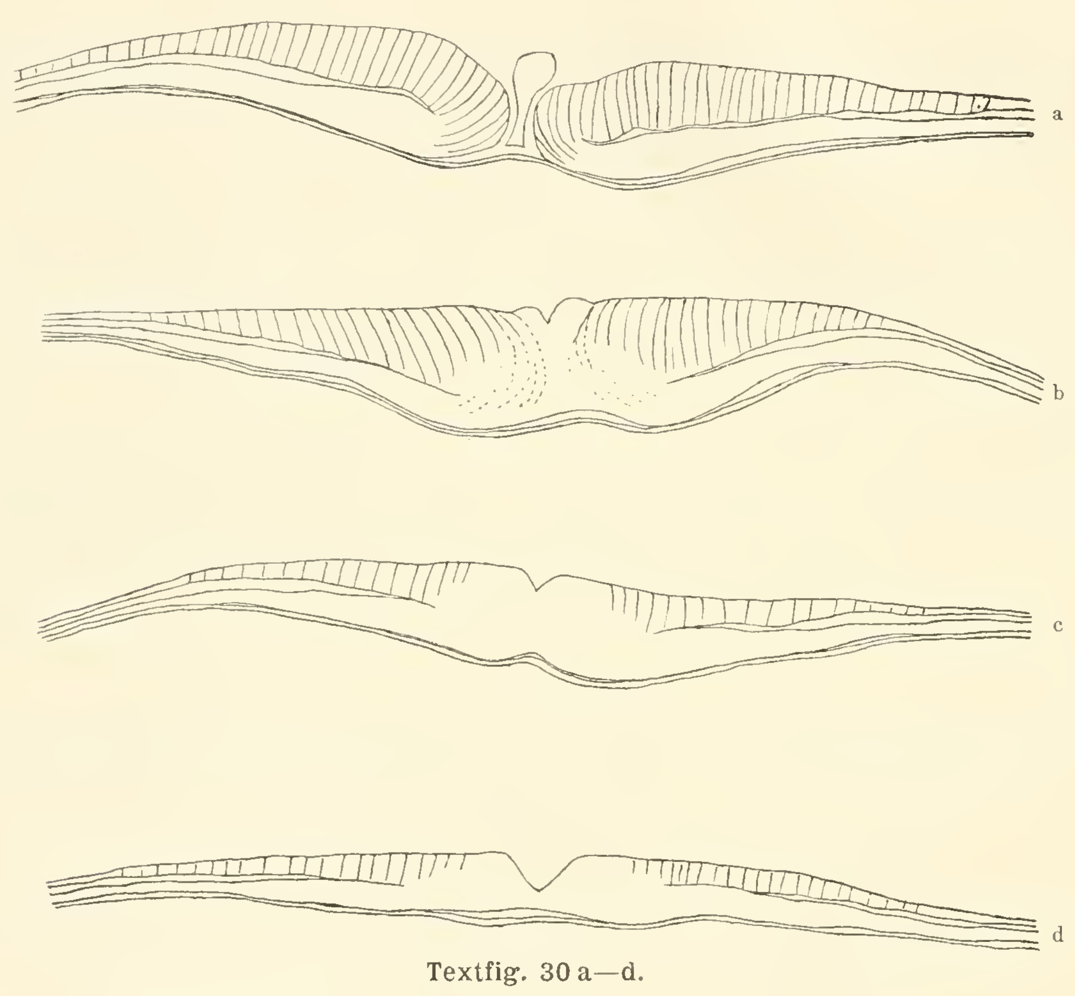
Oberfläche der isolierten Zellmasse, welche höher geworden ist und aus drei Zelllagen besteht; auch ihre Oberfläche ist rauh, wie zerpflückt.

Textfig. 29b ist der zweite Schnitt hinter der Vorderlippe. Zwischen den vorwachsenden Seitenlippen quillt gewissermassen das interlabiale Zellengewebe als pilzförmige, ganz isolierte Masse hervor, welche nach oben sich verbreitert und mit einer unebenen, rauhen, mit Detritus bedeckten Fläche die Seitenlippen überragt. Dies ist der Querschnitt des im Flächenbilde in die Erscheinung tretenden Metastompfropfes, der demnach mitsamt seiner rauhen Oberfläche direkt mit der Unterwand des Kupfferschen Kanales zusammenhängt und ebenso isoliert ist, wie diese. Er besteht aus mehreren Zelllagen; dicht unter seiner, wie zerfetzt aussehenden Oberfläche lagen in den folgenden Schnitten mehrere Mitosen. In den nächsten Schnitten verbreitert sich der Pfropf, wird aber etwas niedriger und erhält eine glatte Oberfläche, welche die Seitenlippen nicht mehr überragt. Schliesslich geht er direkt in das zwischen den Seitenlippen gelegene, hier ziemlich dicke Ektoblastem über, mit welchem sich auch die Seitenlippen in Verbindung setzen. In Textfig. 29c ist rechts der Epithelwulst der Seitenlippe noch durch einen Spalt von dem interlabialen Ektoblastem getrennt, während links schon ein Zusammenhang eingetreten ist. Von hier ab sind nach hinten hin an diesem Embryo die Epithelwülste nicht mehr abgrenzbar, vielmehr geht das hohe Ektoderm von den Seiten her allmählich (Textfig. 29d) in die Ektoblastemwülste über. Diese setzen sich aber nicht scharf lippenartig ab, sondern begrenzen abgerundet eine breite mediane Mulde, welche als Andeutung der sekundären Metastomrinne aufzufassen ist. Grenzfurchen waren auch in den Schnitten nicht auffindbar. Bei diesem Embryo bestand mithin nur eine einfache Metastomrinne: ihr vorderer, zwischen den Epithelwülsten gelegener Abschnitt führte in direkter Fortsetzung in ihren hinteren, breiteren, im Ektoblastem befindlichen Teil über. Obgleich dieser Embryo etwas weiter entwickelt ist, als derjenige der Fig. 104, liegen hier im hinteren Bereich der Metastomrinne doch weit einfachere Verhältnisse vor.

Ähnliche Befunde ergaben die Querschnittserien des Embryos der Fig. 100 und von Embryonen, welche der Fig. 101 ähnlich waren, nur dass hier der Kupffersche Kanal und die darunter steckende Zellmasse noch unansehnlicher geworden war. In Fig. 100 liess sich sogar nur noch in drei Schnitten, welche durch den minimalen Rest der noch freien Vorderlippe gegangen waren, eine Andeutung des Kanales und ein ganz geringer Zellenrest der Unterwand des Kupfferschen Kanals nachweisen, und zwar wurden in dem einen durch den Rand der Vorderlippe gegangenen Schnitt drei Zellen, in den beiden davor gelegenen Schnitten nur je eine Zelle gefunden.

Der Querschnitt der Fig. 192 auf Taf. X ist durch den vordersten Teil des Metastompfropfes eines der Fig. 101 ähnlichen Embryos gegangen, könnte aber auch einen Querschnitt durch den Metastompfropf der Fig. 100 darstellen. Die Seitenlippen sind einander sehr nahe gerückt und haben das interlabiale Ektoblastemgewebe zu einem schlanken, auf dem Schnitt säulenförmigen Gebilde zusammengepresst, welches an der Oberfläche zwischen ihnen hervorquillt. Diese ganze, freie, obere Fläche des Pfropfes ist wieder merkwürdig rauh; auch lag in ihrer Nähe etwas Detritus. Im zweitnächsten Schnitt (Textfig. 30a auf nächstfolgender Seite) verschwindet die rauhe Beschaffenheit des oberen Pfropfteils, der sich zu einem glatten Knopf abrundet, tritt aber alsbald wieder in einigen folgenden Schnitten sehr auffällig hervor. Diese Pfropfmasse geht dann nach hinten direkt in das interlabiale Ektoblastemgewebe über. Fig. 193 auf Taf. X ist ein Querschnitt dieser Gegend und illustriert das medialwärts gerichtete Vor-

wachsen der Epithelwülste, welche hier hinten nicht mehr von dem interlabialen Ektoblastem scharf abgetrennt sind, wie in Fig. 192, sondern damit zusammenhängen: nur rechts unten grenzt noch ein schmaler, vielleicht bei der Behandlung entstandener Spalt die Seitenlippe etwas ab. Man erkennt, wie das hohe Zylinderepithel der Lippenwülste unter medianwärts gerichteter konvexer Biegung seiner sich modifizierenden Elemente einerseits in den Mesoblast direkt übergeht, andererseits mit dem interlabialen Ektoblastem in Konnex steht. Man gewinnt den Eindruck, dass sich aus dem Ektoblastem heraus z. T. die Epithelwülste differenzieren, indem die anstossenden Ektoblastemzellen sich etwas in die Länge strecken



Textfig. 30 a—d.

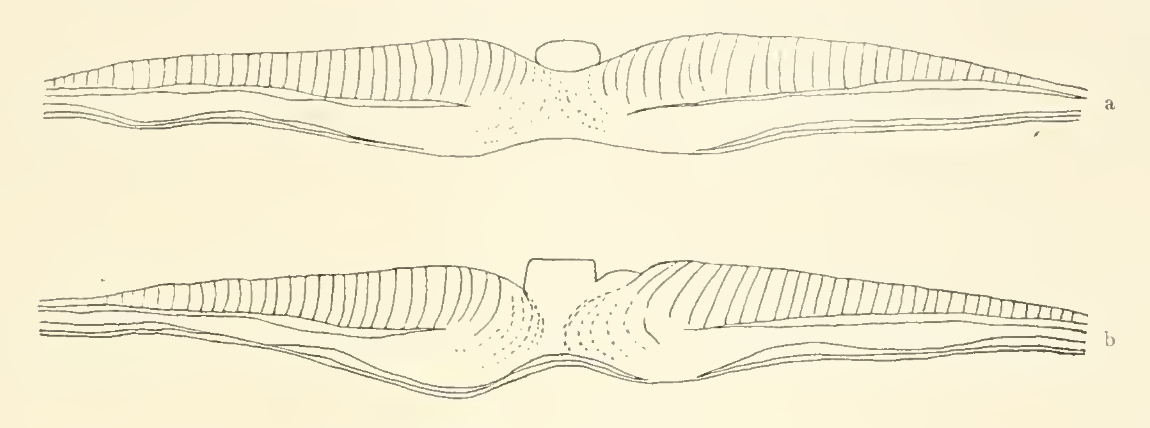
Aus der Querschnittserie durch einen der Fig. 101 auf Taf. IV ähnlichen Embryo. Querschnitte durch die Metastomrinne.

und den Wülsten associieren. Was sich nicht associiert, wird an die Oberfläche hervorgedrängt. Neben dem glatten und schon niedrigen Pfropf sieht man zwei kleine Kerben, von denen die rechte keine Bedeutung hat und wohl durch die Behandlung entstanden ist, während die linke in den nächstfolgenden Schnitten sich direkt in die sekundäre Metastomrinne fortsetzt.

Textfig. 30b ist drei Schnitte weiter nach hinten gefallen. Die sich differenzierenden Epithelwülste sind durch zwei auch im Oberflächenbilde sehr deutliche Grenzfurchen von dem interlabialen Ektoblastem (vgl. auch Fig. 193) äusserlich abgesetzt. In dem letzteren ist zwischen zwei Ektoblastemwülsten eine

sekundäre Metastomrinne aufgetreten. Die Ektoblastemwülste sind etwas ungleich; der grössere lässt sich nach vorn direkt in den Metastompfropf verfolgen; vgl. auch Fig. 103. In den späteren Schnitten verschwindet dann bald jederseits die Grenzfurche, sodass nur die Ektoblastemwülste übrig bleiben, welche eine sehr ausgeprägte, spaltartige, sekundäre Metastomrinne zwischen sich fassen. Textfig. 30 c und d auf nebenstehender Seite.

Etwas abweichende Befunde ergab die Serie der Fig. 103. Hier hatte sich der vordere Abschnitt des grossen Pfropfes jedenfalls infolge des Wachstumsdruckes der andrängenden, im 2. Schnitt hinter der Vorderlippe schon zusammenfliessenden Seitenlippen auf die Gegend dicht hinter dem Urmund hinaufgeschoben. Querschnitte durch diese Gegend zeigten daher einen sehr ansehnlichen, vorn isolierten Zellenblock, welcher mit zahlreichen Kernen und vereinzelten Mitosen versehen war, glatte Flächen besass und der Oberfläche des Embryos auflag. Textfig. 31 a.



Textfig. 31 a und b.
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 103 auf Taf. IV.
Querschnitte durch die Metastomrinne.

Das Schnittbild erinnert sehr an den grossen Epithelauswuchs, welcher bei der Ringelnatter von dem Epithel der Vorderlippe zur Zeit des Urmundverschlusses abgestossen und dann an der Oberfläche des Embryos in der Urmundgegend angetroffen wird, um hier der Degeneration anheimzufallen. Die beiden Bildungen sind aber grundverschieden.

Bei der Ringelnatter handelt es sich um die Abstossung einer degenerierenden Zellenmasse der Vorderlippe.*) Bei der Kreuzotter habe ich in keinem Falle derartige Auswüchse des Vorderlippenepithels auch nur in Andeutungen wahrgenommen, stets war die Vorderlippe bis ganz zuletzt glatt. Mein negativer Befund schliesst allerdings die Möglichkeit nicht ganz aus, dass bei der grossen Variabilität der Embryonalbildungen dieser Stadien gelegentlich auch eine Epithelabstossung vorkommen mag, obgleich das von mir untersuchte grosse Material mir diesen Fall sehr unwahrscheinlich macht. Das sehr häufige Vorkommen von Zelldetritus am Urmund der Kreuzotter kurz vor oder nach seinem Verschluss beweist hierfür nichts; denn dieser Detritus wird unzweifelhaft geliefert durch den oberflächlichen Zerfall

*) Vgl. Fig. 43—45 auf Taf. XXXIII meiner Abhandlung über die Gastrulation bei der Ringelnatter. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901.

des Metastompfropfes und der ursprünglich der Unterwand des Kupfferschen Kanals angehörenden Zellmasse, wie deren oben geschilderte rauhe, in Zerfall begriffene Oberfläche dartut. S. unten. Übrigens ist es sehr wohl möglich, dass auch bei der Ringelnatter der Epithelauswuchs der Vorderlippe keine konstante, in jedem Falle auftretende Bildung darstellt.

Bei der Kreuzotter hat die vorgeschobene, auf dem Schnitt isolierte Zellenmasse der Textfig. 31a normale Kerne und Kernmitosen; degenerierte Kerne, wie bei der Ringelnatter, wurden darin nicht angetroffen. Vor allem liess sich auf das Bestimmteste nachweisen, dass die Zellenmasse hinten kontinuierlich mit dem Pfropf und dem interlabialen Gewebe zusammenhing. Textfig. 31b ist der vierte Schnitt hinter Textfig. 31a. Der Querschnitt der in der vorigen Figur noch isolierten Zellenmasse ist hier in den Querschnitt des breiten Metastompfropfes übergegangen, der aus dem interlabialen Gewebe nach oben hervorragt. Rechts und links setzt sich der sich differenzierende Epithelwulst durch eine deutliche Grenzfurche von dem interlabialen Ektoblastem ab, an dessen Oberfläche eine etwas extramedian rechts neben dem Pfropf gelegene, sekundäre Metastomrinne erscheint. In den nächsten Schnitten wird nun der Pfropf immer niedriger, während die Metastomrinne tiefer einschneidet und in die Mittellinie rückt. Alsdann verschwinden wieder die Grenzfurchen, sodass nur die Ektoblastemwülste da sind, und Bilder wie in Textfig. 30c und d entstehen. Der Metastompfropf ist in diesem Präparat also der linke, etwas vergrösserte und nach oben und vorn vorgedrängte Ektoblastemwulst. Bemerkenswert ist, dass an ihm ein oberflächlicher Zerfall nicht eingetreten war.

Die Analyse der obigen Präparate hat ergeben, dass das Vorwachsen der Seitenlippen bei Ausbildung der Metastomrinne so energisch erfolgt, dass an dem dazwischen gelegenen Gewebe auffällige Kompressionserscheinungen entstehen. Als solche sind die seitliche Einengung des Kupfferschen Kanals und seiner isolierten Unterwand, die hohe Chordawölbung an der Vorderlippe und vor allem der Metastompfropf aufzufassen. Die Ausbildung des letzteren hängt ab von der Menge des interlabialen Ektoblastems, welches, wie wir gesehen haben, individuell varriiert. Findet sich hinter dem Urmunde nur eine dünne Zellenlage, wie in Textfig. 25, so wird sie von den Epithelwülsten der Seitenlippen einfach überwuchert und nur ganz leicht zusammengedrängt; Textfig. 25, vgl. auch Fig. 188 der Taf. X. Es tritt eine förmliche „Überwallung“ der Zwischenlage ein, um mich eines bei Forstleuten und Botanikern gebräuchlichen Ausdruckes zu bedienen; ein Pfropf kommt dann nicht oder nur wenig zur Ausbildung. Ist aber das interlabiale Ektoblastem reichlicher vorhanden, so muss es durch die vorwachsenden Seitenlippen medianwärts zusammengedrängt und förmlich eingeklemmt werden; Fig. 192—193. Durch diesen Seitendruck entstehen die oben beschriebenen, im vorderen Teil der Metastomrinne gelegenen Pfröpfe, deren Form schon ihre Entstehungsursache verrät. Ihr oberer Teil ist verbreitert und aus der Metastomrinne an die Oberfläche förmlich herausgequetscht, sodass er sich sogar nach vorn hin frei vorschieben kann, wie in Textfig. 31a.

Höchst eigentümlich ist die rauhe Oberfläche der meisten dieser Pfröpfe in ihrem vorderen Teil, welche durchaus die Annahme rechtfertigt, dass hier ein Auflösungsprozess, ein Zerfall der oberflächlichen Pfropfzellen eingetreten ist. Das Protoplasma dieser Zellen sieht wie in Zerfall begriffen aus, ihre Kerne liegen bisweilen ganz oder fast nackt an der Oberfläche. Der Zerfall scheint einen gewissen Reiz auf die dicht darunter gelegenen Zell-Zentren und -Kerne des Pfropfes auszuüben, denn ich habe hier mehrfach reguläre Mitosen gefunden. Dass hier in der Tat ein oberflächlicher Zellzerfall, eine Art Zellabstossung statt hat, beweisen die mehr oder weniger reichlichen Detritusmassen, die sich fast immer

in dieser Gegend vorfinden, auch in den nächsten Stadien, in welchen kein Pfropf mehr vorhanden ist; nicht selten habe ich in diesem Detritus auch noch Kernreste angetroffen. Besonders überzeugend wurde dieser Befund an der Urmundgegend solcher Präparate, welche mit noch erhaltenem Oolemm und Eischale geschnitten wurden; vgl. z. B. Textfig. 41 a.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass das interlabiale Gewebe und damit auch die Metastompfröpfe stets aus Ektoblastem (oder Blastem) bestehen; das Entoderm ist gewöhnlich schon davon abgespalten. Diese Tatsache ist um so merkwürdiger, als vorher hier in vielen Fällen wohl schon ein Ektoderm differenziert war. Bei der Untersuchung des Prostoms haben wir gesehen, dass sich an der Oberfläche seiner Hinterlippe in ihrem hinteren Teil gewöhnlich schon das Ektoderm differenziert hatte, welches verschieden weit nach vorn reichen konnte; vgl. Fig. 187 auf Taf. X und Textfig. 18 auf Seite 107. Die Urmundöffnung bildete für das Vordringen des Ektoderms aber stets die vordere Grenze, die untere Wandung des Kupfferschen Kanals behielt immer ihren indifferenten Ektoblastemcharakter. Fig. 187 auf Taf. X zeigt z. B. an einem Medianschnitt die Differenzierung des Ektoderms hinter dem Urmund. Wenn man nun auch zugibt, dass die Gegend der ursprünglichen Hinterlippe und die Unterwand des Kupfferschen Kanals etwas nach hinten hin vorrücken, so genügt das bei der Länge der Metastomrinne zur Erklärung doch wohl nicht, weil sich die Metastomrinne noch weiter nach hinten erstreckt und bis ganz nach hinten in ihrem Boden Ektoblastem führt. Man muss daher wohl annehmen, dass hier eine Rückbildung des vorher differenzierten Ektoderms in Ektoblastem erfolgt.

Durch das Vorwachsen der Seitenlippen wird der obere Verschluss des Kupfferschen Kanals und des Urmunds eingeleitet; in den Stadien der Fig. 99—104 steht er nahe bevor. Die untere, schliesslich sehr klein werdende (vgl. Textfig. 20 b) Öffnung des Kupfferschen Kanals ist um diese Zeit, mit Ausnahme der unten aufgeführten, abweichenden Fälle mit offenem Canalis rectus, wohl stets schon geschlossen und zwar dadurch, dass sich das Entoderm über dieselbe hinweggeschoben hat. Wir haben an den Fig. 99—104 gesehen, dass die Seitenlippen dicht hinter dem Urmund schon ziemlich nahe aneinander gerückt sind; Urmund und der Rest des Kupfferschen Kanals sind infolgedessen recht schmal geworden. Ihre Höhe hat dagegen infolge der Pressung ein wenig zugenommen, sodass auch die Vorderlippe als kleiner Höcker zunächst noch vorragt. Wie schon oben betont, hängt mit dem energischen Vordrängen der Seitenlippen aller Wahrscheinlichkeit nach auch die merkwürdige, laterale Abspaltung der Unterwand des Kupfferschen Kanals zusammen, auf welche oben hingewiesen wurde; hierdurch werden die vorwachsenden Ränder freier beweglich und unabhängig von dem dazwischen gelegenen Gewebe gemacht.

Dabei verkleinert sich der Metastompfropf, falls einer zur Ausbildung gekommen war, zusehends, wie ein Vergleich der aufeinanderfolgenden Stadien zeigt. Zum Teil wird der Pfropf überwachsen und associiert, zum Teil abgestossen.

Das wesentlichste Moment, welches den Verschluss des Urmunds vermittelt, ist das Aneinanderstossen der Seitenlippen und ihre Verwachsung untereinander und mit dem letzten Rest des Vorderlippenrandes.

Fig. 188 der Taf. X stellt einen Querschnitt durch ein Stadium dar, in welchem die Seitenlippenwülste das hier nur dünne interlabiale Gewebe bereits überwallt haben und bis auf eine schmale, kleine, vertikale Spalte einander genähert sind. Von hinten her hat sich noch eine Zellenmasse darüber geschoben, welche einem hervorgepressten Pfropf des dahintergelegenen interlabialen Zellengewebes an-

gehört, welches hier hinten in stärkerer Entfaltung vorhanden war, als vorn. In dem zweitnächsten Schnitte nach vorn war dann in der Spalte noch der Rand der äusserst schmalen Vorderlippe zu konstatieren, welcher hier direkt in die Seitenlippen überging. An der Oberfläche konnte eine Urmundöffnung nur noch in Andeutungen erkannt werden.

Die Verwachsung der Seitenlippen und die erste Anlage der Primitivrinne findet gewöhnlich dicht an der Vorderlippe zuerst statt und schreitet von hier aus nach hinten hin vor. Die Vorderlippe wird daher auch im Schnitt sehr bald nach dem Zusammentritt der Lippen undeutlich und unauffindbar.

Nur ganz ausnahmsweise stiess ich auf Fälle, in welchen sich die Urmundgegend noch als schmale, senkrechte Spalte, ähnlich wie in Fig. 188, erhalten hatte, während dahinter die Seitenlippen schon eine ganz kurze Strecke vereinigt waren. Dieser Befund lag in dem Embryo der Textfig. 32 vor.



Textfig. 32 a und b.

a Oberseite, b Unterseite eines Embryos von Falterform im Stadium des sich vollziehenden Urmundschlusses. An der Unterseite (b) ist die untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals schon völlig verschwunden. In b vorn Entoblaststränge in Verbindung mit dem Entoderm. Vergrösserung 33.

Fig. 32 a gibt das Oberflächenbild einer schön ausgeprägten Falterform der Embryonalanlage wieder und reiht sich unmittelbar an Fig. 104 der Taf. IV an. Der Embryo ist flach, mit wenig deutlicher Rückenfurche. Die Metastomrinne ist noch relativ breit und läuft nach vorn in eine kleine, spitze, mediane Ecke aus, deren vordere Begrenzung sich noch abhebt und den letzten Rest der Vorderlippe bezeichnet. Unmittelbar dahinter ist die Urmundgegend als leichter Schatten kenntlich, ein eigentlicher, in die Tiefe gehender Urmund ist aber mit der Lupe nicht mehr festzustellen. Von diesem Vorderlippenrest gehen nach hinten die Epithelwülste der Seitenlippen aus, die sich durch eine Grenzfurche von den Ektoblastemwülsten absetzen. Auch an der Unterseite (Textfig. 32 b), an welcher die Seitenhöcker noch flach sind, ist keine Spur der Ausmündung des Kupfferschen Kanals mehr zu entdecken.

In der quer geschnittenen Serie dieses Embryos liess sich in dem Schnitt, welcher durch die vorderste Ecke der Metastomrinne ging, der schmale, freie Rand der Vorderlippe noch erkennen. Das Bild hatte Ähnlichkeit mit der Fig. 189 der Taf. X; nur war die Einsenkung sehr flach, auch die kleine

Wölbung mit der einzelnen Zelle war nicht mehr da, vielmehr ging das Entoderm glatt darunter hinweg. Der Kupffersche Kanal war also vollständig verschwunden. Der darauf nach hinten folgende Schnitt zeigte zwischen den noch nicht aneinander stossenden Seitenlippen eine schmale Spalte, ähnlich der Fig. 188, in deren Grunde eine mit rauher Oberfläche versehene, dünne Zellenschicht lagerte, unter welcher das Entoderm hinwegzog. Im nächsten Schnitte waren die Seitenlippen mit ihren unteren Teilen zusammengetreten, sodass die indifferente Zellenmasse des einen Seitenhöckers kontinuierlich mit der des anderen zusammenhing. Alsdann gingen die Epithelwülste der Seitenlippen wieder auseinander, eine Metastomrinne zwischen sich begrenzend, sodass ähnliche Querschnittsbilder wie in Textfig. 30b und c entstanden.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dass an diesem Embryo ein Metastompfropf ganz fehlte.

Ein ganz ähnlicher Befund lag in der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 103 auf Taf. IV vor. Vgl. die Textfig. 31 auf S. 133. In dem ersten Querschnitt hinter dem freien Rande der sehr schmalen Vorderlippe waren die epithelialen Seitenlippen einander sehr genähert, wurden aber noch getrennt durch eine schmale, stiftartige, interlabiale Zellenmasse, welche sie mit einer leichten Abrundung an der Oberfläche ein wenig überragte und von den Seitenlippen jederseits durch einen schmalen Spalt geschieden wurde. Den darauffolgenden Schnitt bildet Textfig. 31a ab. Der schmale, interlabiale Zellstreif des vorigen Schnittes ist nicht mehr zu erkennen. Die Seitenlippen stossen vielmehr direkt aneinander und gehen unter Bildung einer oberflächlichen, medianen Rinne ineinander über, wobei sich auch ihre Epithelstreifung in die Rinne fortsetzt. In diesem Schnitt hat sich also die Bildung des Primitivstreifs und der Primitivrinne eingeleitet, bevor noch die äussere Öffnung des Kuppfferschen Kanals ganz geschlossen. In den folgenden Schnitten (vgl. Textfig. 31b) tritt dann zwischen den Seitenwülsten wieder interlabiales Ektoblastem auf.

Kurz bevor der Verschluss erfolgt, flacht sich der an sich schon minimal gewordene Vorderlippenhöcker ab und verschwindet ganz. An seiner Stelle findet sich dann eine anfangs flache, später tiefer werdende Furche, welche sehr auffällig ist und die Rückenfurche mit der Metastomrinne und später mit der Primitivrinne verbindet. Ich will sie Verbindungsfurche nennen. Sie liegt anfangs gewöhnlich asymmetrisch neben dem Vorderlippenhöcker und kann schon in dem Übergangsstadium zum Metastom auftreten, wie z. B. in der Textfig. 21. Hier befindet sie sich rechts von dem Vorderlippenhöcker, während sie in der Mehrzahl der Fälle links davon beobachtet wurde; vgl. Fig. 111, 113, 114 der Taf. V. Aus ihrer extramedianen Lage rückt sie alsbald in die Mittellinie; vgl. Fig. 109, 110, 115, 116, 117. Die Verbindungsfurche entsteht aus einer der beiden kleinen, neben dem Vorderlippenhöcker liegenden, oben erwähnten Furchen (vgl. Fig. 99, 100, 104 und 112), wovon die eine sich vertieft, hier und da mögen auch beide Furchen bei dem Einsinken des Vorderlippenhöckers ineinander übergehen und zu der Verbindungsfurche zusammenfliessen. Bei asymmetrischer Lage kann die Verbindungsfurche anfangs so tief einschneiden, dass sie Chorda und Mesoblast auf der betreffenden Seite von einander trennt, und das Ektoderm unmittelbar an das Entoderm stösst.

Fig. 102 auf Taf. IV bildet eine Entwicklungsstufe ab, welche ein wenig weiter vorgeschritten ist, als die Embryonen der Fig. 99—101 und 103. Die Metastomrinne ist sehr eng geworden. Vorn ist in ihr nur noch ein auch im Schnittbilde kaum auffindbarer Pfropfrest vorhanden, in dessen Nähe eine Detritusmasse lagert. Ein Vorderlippenhöcker, wie in Fig. 99—101 und 103, ist im Flächenbilde nicht mehr zu sehen, statt dessen verläuft eine etwas schräge, schon tiefe Verbindungsfurche von der Rückenfurche zur Metastomrinne, sodass die Urmundgegend im Flächenbild unter der Lupe nicht mehr

genau bestimmt werden kann. Auch auf der Unterseite ist eine untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals (Fig. 102a) nicht mehr vorhanden.

In der quer geschnittenen Serie dieses Embryos war der Vorderlippenrest nur kenntlich an dem direkten Übergang des Ektoderms in die Chordaanlage. Statt eines Vorsprunges bestand eine tiefe Einsenkung, sodass ein ganz ähnliches Bild, wie in Fig. 189 der Taf. X. entstand. Auch hier ging das Entoderm schon glatt unter der Vorderlippe hinweg. Abweichend von der Fig. 189 lag aber zwischen Entoderm und Vorderlippe ein etwas grösserer, aus mehreren Elementen bestehender Zellenrest der Unterfläche der Vorderlippe ganz dicht an, sodass das Lumen des Kupfferschen Kanals völlig eingegangen war. Unter den drei sich nach vorne anschliessenden Schnitten wurde im ersten Schnitt der isolierte, abgeplattete Zellenrest der Unterwand des Kupfferschen Kanals grösser und füllte oberhalb des Entoderms die im Vergleich mit Textfig. 28a und b schon niedrige Chordawölbung vollständig aus; ein Kanallumen war daher auch hier nicht mehr sichtbar. Das letztere galt auch für die beiden anderen Querschnitte, der Zellenrest unter der Chorda wurde in ihnen aber kleiner; im vordersten Schnitt war nur noch eine einzige Zelle vorhanden.

Dieses tiefe Einsinken der Vorderlippengegend bei Entstehung der Verbindungsfurche muss, wie mir scheint, von Einfluss auf den Verschluss des letzten Restes des Kupfferschen Kanals und auf das Schicksal der darunter gelegenen Zellenmasse seiner Unterwand sein, wie ein Blick auf die Textfig. 27a und b und 28a und b wohl dartun kann. Wenn die hier noch hohe Vorderlippe nach unten einsinkt, so wird das schon an sich sehr enge Lumen des Kupfferschen Kanals ganz verschwinden. Sodann wird die Zellenmasse darunter, die abgespaltene Unterwand des Kupfferschen Kanals, zwischen Vorderlippe, resp. Chordawölbung und Entoderm zusammengedrängt und förmlich eingeklemmt. Die Zellenmasse muss diesem Druck z. T. ausweichen und aus der oberen Urmundöffnung herausdrängen. Das ist in der Tat in den Fig. 99—101 und 103 der Fall, wo der Metastompfropf direkt mit der aus dem Urmund heraustretenden Zellenmasse zusammenhängt. Nach unten gegen die ursprüngliche innere Öffnung des Kupfferschen Kanals können die Zellen nicht so frei ausweichen, da dieses Lumen gewöhnlich schon durch das sich hier anheftende und vorschiebende Entoderm eingeengt und meist auch schon verlötet ist. Unter Umständen kann sich aber auch hier wohl noch diese oder jene Zelle durchschieben; ich habe wenigstens in einigen Präparaten an dieser Stelle eine ganz vereinzelte Zelle liegen sehen. Hierdurch erklären sich in den Stadien kurz vor dem Urmundverschluss wohl auch die immer geringer werdende Länge des Kanals und seiner Unterwand, sowie der Befund, dass schliesslich bei manchen Embryonen unter dem Hinterrande der Vorderlippe nur noch eine oder sehr wenige Zellen angetroffen werden, ja dass solche dort schliesslich ganz fehlen und nur noch Entoderm vorhanden ist. Vgl. auch S. 121 und 122. Um diesen Effekt zu erzielen, scheint unter Umständen schon die Abflachung der Vorderlippengegend genügen zu können, wie Textfig. 32a gezeigt hat.

Die oben herausgedrängten Zellen gehen z. T. wohl zu Grunde, worauf der an ihrer Oberfläche befindliche Detritus hindeutet.

Ich glaube nun aber nicht, dass in jedem Falle alle Zellen der ehemaligen Unterwand des Kupfferschen Kanals in der angegebenen Weise durch das Einsinken der Vorderlippe herausgedrängt werden. Oft bleibt wohl ein Teil davon liegen, plattet sich mehr ab und associiert sich dann den Nachbarzellen, um direkt in die Chorda oder bei der Entstehung der Primitivrinne zuvor in Primitivblastem übergeführt zu werden. Dafür scheint mir der Befund in Fig. 102 zu sprechen, bei welchem Embryo, wie oben geschildert, vor der Vorderlippe ein grösserer Rest der Unterwand des Kanals liegen geblieben war, als

direkt unter ihr sich vorfand. In anderen Fällen traf ich kurz nach dem Verschluss unter der noch angedeuteten Vorderlippengegend eine kleine, abgeplattete, in einigen Schnitten selbständig bleibende Zellenmasse an, welche sehr wahrscheinlich den Rest der Unterwand des Kanals darstellte. Auch konnte ich sogleich nach erfolgtem Urmundverschluss unter der Verschlussstelle manchmal eine kleine untere Zellverdickung erkennen, die mit dem Entoderm verschmolzen war und bisweilen in 1—3 Schnitten ganz leicht kielartig nach unten vorragte. Wahrscheinlich handelte es sich hier um ein Derivat der Unterwand des Kanals, wenn nicht etwa eine Verdickung des Entoderms selbst vorlag. Vielleicht ist für diesen Verwachsungs- und Associationsprozess auch die oben geschilderte, auffällig rauhe Beschaffenheit der Oberfläche der Zellenmasse (vgl. Textfig. 28b und Fig. 190—191 der Taf. X) von Bedeutung und vermittelt die Verbindung dieser Zellenmasse mit der epithelialen Unterfläche des Vorderlippenrestes. Auch bei der Ringelnatter konnte ich nachweisen, dass die Unterwand des Kanals z. T. erhalten blieb, eine kielartige Verdickung verursachte und zum Aufbau der Chorda mit verwendet wurde; so stark ausgeprägte Kiele, wie ich sie bei der Natter beschrieben habe.*) wurden aber bei der Otter von mir nicht beobachtet.

Schliesslich, nachdem die vorwachsenden Epithelwülste hinter der Vorderlippe einander so nahe gerückt sind, dass sie zusammenstossen, findet eine direkte Verwachsung ihrer Ränder statt, der Urmundverschluss ist fertig. Was dabei von zwischengelagerten Zellen im Wege steht, wird an die Oberfläche gedrängt und geht hier z. T. zu Grunde, um den oben erwähnten, meist aber nur geringfügigen Detritus zu liefern.

Sobald die Verwachsung erfolgt ist, bildet sich von dieser Stelle aus eine typische Primitivrinne mit Primitivstreif, welche im nächsten Kapitel geschildert werden soll. Zugleich findet eine bemerkbare Abflachung der ganzen Embryonalanlage statt, die in den Fig. 100—104 schon eingeleitet ist, bis durch Hervortreten der Hirnhöcker das Oberflächenbild wieder mehr Ausdruck erhält.

Die Textfig. 35 und 37—39 auf Seite 147 und 150 stellen vier verschiedene, charakteristisch abgeflachte Embryonalformen mit schon geschlossenem Urmund und sich bildender Primitivrinne dar; ich werde auf sie unten zurückkommen.

In der geschilderten Weise gehen die Ausbildung der Metastomrinne und der Verschluss des Urmundes nach meiner Erfahrung in bei weitem der Mehrzahl der Fälle vor sich. In den meisten Präparaten war der Urmund schon geschlossen, bevor noch die Hirnhöcker merklich hervorgetreten waren und anfingen, sich vorne einzusenken.

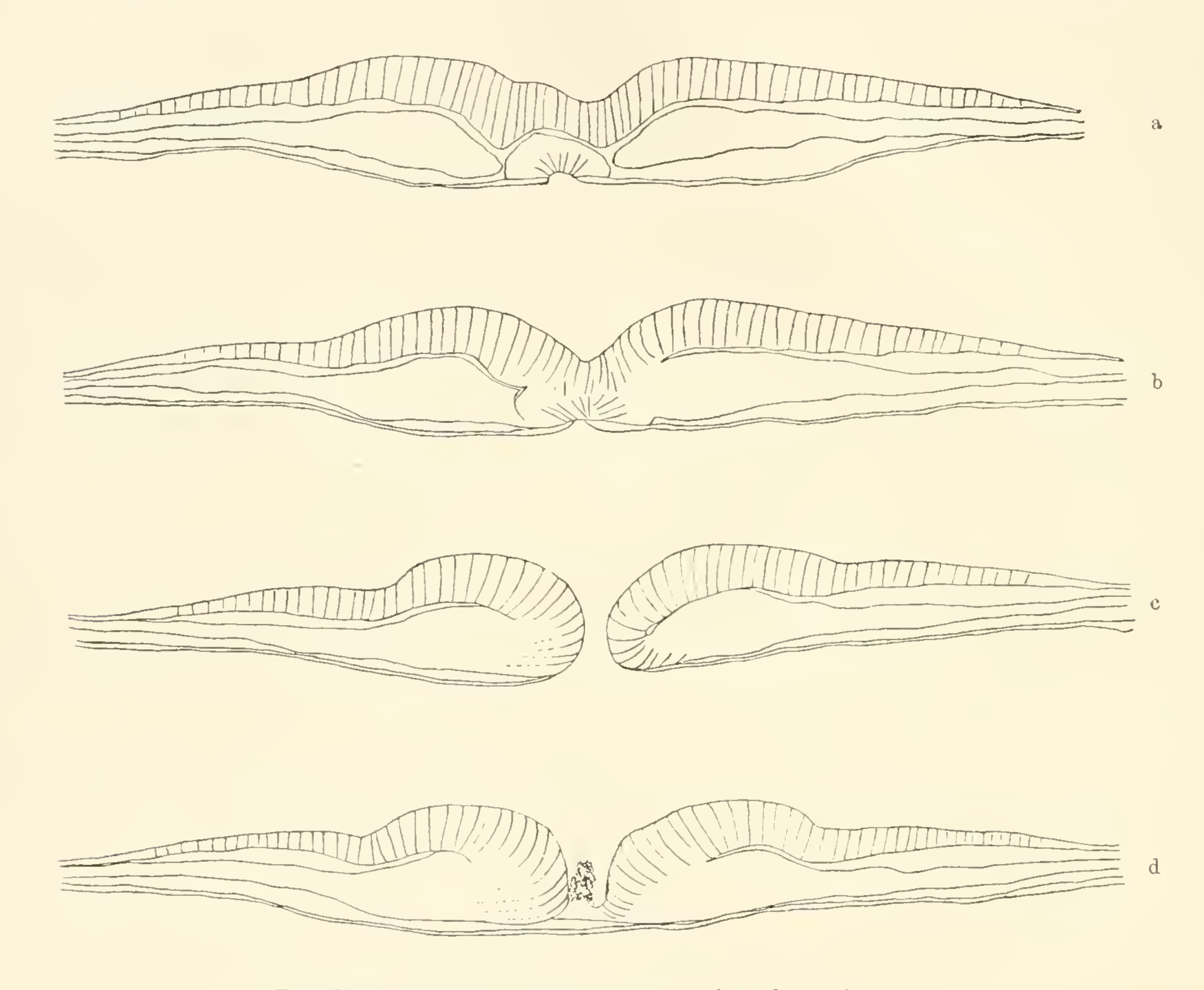
Unter den von mir gesammelten Embryonen fand ich nun aber auch mehrere Stücke, welche sich mit Bezug auf die Metastomrinne und den Urmundverschluss anders verhielten und sehr interessante, nicht unwichtige Modifikationen darboten.

Die Fig. 112, 113 und 114 stellen drei derartige Embryonen mit noch völlig offenem Urmund dar. Ihr Embryonalkörper ist etwas weiter ausgebildet, als in Fig. 102 und in Textfig. 32. Die Embryonen sind ein wenig mehr in die Länge gestreckt und zeigen deutliche Anlage der Hirnhöcker und eine weitere Entwickelung der vorderen Mesoblasthörner. In Fig. 112 und 114 sind die letzteren vorn sogar schon zum Zusammenschluss gekommen. Hinsichtlich der Ausbildung der Hirnhöcker sind die drei Embryonen etwas weniger weit vorgeschritten, als alle übrigen Figuren der Taf. V.

Trotz dieser weiteren Ausbildung der Gesamtanlage des Embryonalkörpers zeigt die Metastom-

*) Vgl. l. c. S. 723, Textfig. 37 und S. 727 Textfig. 40.

rinne noch primitivere Verhältnisse, als in den Fig. 100—103. Die Seitenlippen stehen noch weit von einander ab und fassen eine breitklaffende, lange Metastomrinne zwischen sich. In Fig. 112 ist der Hinterrand der als minimaler Vorsprung in der Medianlinie des Embryos sichtbaren Vorderlippe noch deutlich zu erkennen und wird symmetrisch flankiert von zwei flachen, zur tiefen Rückenfurche ziehenden Rinnen. Auch in Fig. 114 ist der Vorderlippenrand noch gut festzustellen; hier findet sich aber nur auf der linken Seite neben ihm eine schon tiefe Verbindungsfurche. Kaum noch aufzufinden ist dagegen die Vorderlippe in Fig. 113, weil in sie die gleichfalls links verlaufende Verbindungsfurche ganz



Textfig. 33 a—d. (S. Fortsetzung auf nächster Seite.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 114 auf Taf. V.
Querschnitte durch die Vorderlippe des Blastoporus, Metastom und Metastomrinne.

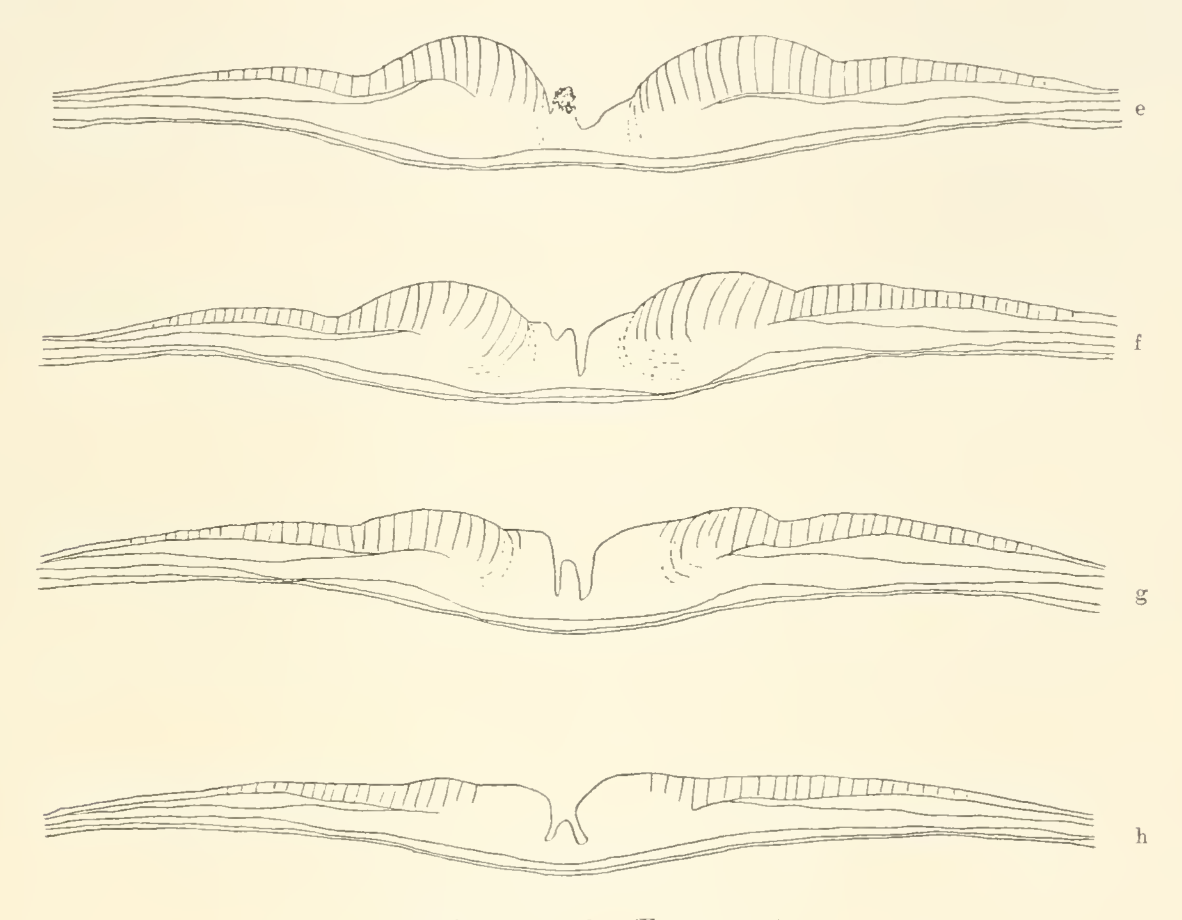
tief einschneidet. Als ich an diesen drei Embryonen die Gegend hinter der Vorderlippe mit einer stärkeren Lupe bei gutem Licht untersuchte, konnte ich noch sehr deutlich eine feine, kleine, punktförmige Öffnung erkennen, die wie ein durch einen Nadelstich verursachtes Loch aussah und senkrecht zu den beiden Flächen des Embryos direkt in die Tiefe ging. Besonders deutlich wurde das Loch in Fig. 112 und Fig. 114 (vgl. die Abbildungen), weniger in Fig. 113.

Die auffälligste Bildung an der Metastomrinne dieser Embryonen war nun eine hohe, schmale Leiste, welche dicht hinter der Urmundöffnung begann und in der Metastomrinne ihrer Länge nach ver-

lief. Ich bezeichne sie als Metastomleiste. In Fig. 112 ragt sie sogar nach hinten ein beträchtliches Stück aus der Rinne heraus, um sich dann allmählich in der Oberfläche des Keimbezirks zu verlaufen. In Fig. 114 macht sie mehr den Eindruck eines Metastompfropfes, wie er oben in den Fig. 99—103 geschildert wurde. Wenn man genau hinsieht, so erkennt man aber, dass die vorn deutlich vorspringende Leiste nach hinten hin niedriger wird, hier etwas von den Seitenrändern überwallt ist und dann wieder als deutliche, dreieckige, sich verbreiternde Erhebung hervortritt.

Ein Verständnis dieser Embryonalformen können nur die Serienschnitte herbeiführen.

Die Textfig. 33 a—h auf S. 140 und 141 sind der Querschnittserie der Fig. 114 der Taf. V entnommen.



Textfig. 33 e—h. (Fortsetzung.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 114 auf Taf. V.
Querschnitte durch die Vorderlippe des Blastoporus, Metastom und Metastomrinne.

Textfig. 33a ist der Querschnitt kurz vor der noch im Flächenpräparat erkennbaren Vorderlippe. Das Ektoderm zeigt die tiefe Verbindungsfurche (welche im Flächenbilde links, im mikroskopischen Bilde rechts verläuft). Unter ihm und davon noch getrennt liegt in der Mittellinie die Chorda, von welcher die Mesoblasthälften seitlich bereits differenziert sind. Ihre Zusammensetzung aus hohen Zylinderzellen und ihre deutliche Krümmung (vgl. Textfig. 28a) verraten noch die frühere obere Wandung des Kupfferschen Kanals. Der zweitnächste Schnitt nach hinten hin (Textfig. 33b) hat schon die äusserst schmale Vorderlippe getroffen, in welcher das Ektoderm direkt in die Chorda sich umschlägt; rechts besteht ein Zusammenhang der Chorda mit dem Mesoblast der Seitenlippe. Auch der nächste hier nicht abgebildete

Schnitt streift noch die Vorderlippe und zwar ihren hintersten Rand dort, wo sie mit den beiden Seitenlippen zusammenfliesst.

Wenn man Textfig. 33b mit den Querschnittbildern derselben Gegend von den oben besprochenen Stadien vergleicht, etwa mit Textfig. 27b und 28b, so erkennt man sofort, dass die Unterwand des Kupfferschen Kanals, welche als isolierter Zellenklotz in den früheren Figuren sichtbar ist, an unserm Embryo vollständig fehlt. Die Chordawölbung hat sich abgeflacht, und das in den früheren Figuren frei darunter hinwegziehende Entoderm tritt mit der Chordaunterfläche derart in Verbindung, dass noch eine schmale, mediane Chordarinne freibleibt.

Sodann folgt in der Serie Textfig. 33c. Der Schnitt ist quer durch die im Flächenbilde sichtbare, punktförmige Urmundöffnung gegangen und zeigt einen direkt von der Oberfläche des Embryos in die Subgerminalhöhle führenden, geraden Kanal, welcher von den beiden Epithelwülsten der Seitenlippen begrenzt wird. Man würde das gleiche Bild erhalten, wenn man sich in den Querschnittsbildern der oben besprochenen Stadien, etwa in Textfig. 29b und 30a, den zwischen den Seitenlippen gelegenen Metastompfropf wegdenkt, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier das Entoderm von der einen Seitenlippe zur andern frei darunter hinwegzieht und die Öffnung verlegt, während in Textfig. 33c das Entoderm an die Unterfläche der Seitenlippen angeheftet ist und den Kanal damit frei gibt. Dieser Kanal ist der oben schon erwähnte Canalis rectus, seine äussere Mündung das „Metastom“ der Metastomrinne, d. i. der offene, perforierende Teil des Blastoporus in seinem Metastomstadium.

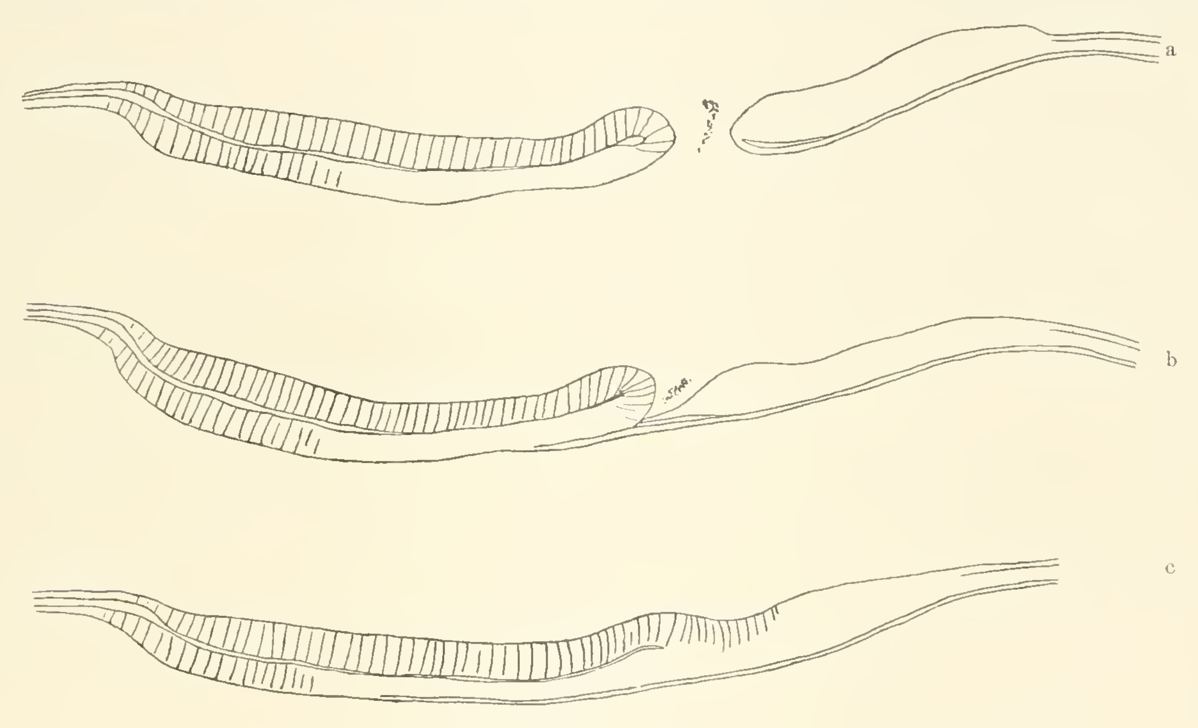
Das Metastom war in diesem Embryo nur kurz und erhielt sich nur in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten offen. Im dritten Schnitt war die Öffnung schon wieder verlegt durch eine dünne Zwischenlage, welche in den nächsten vier Schnitten (Textfig. 33d) immer dicker wird und ausser Verbindung mit dem Entoderm steht. Ihre etwas hervorragende Oberfläche ist unregelmässig und rauh, wie in Zerfall begriffen, und mit Detritus im Zusammenhang; auch besitzt sie an ihrer Oberfläche einige Mitosen. Sie gleicht also vollständig dem oben beschriebenen Metastompfropf und ist offenbar dieselbe Bildung. Weiter nach hinten geht der Pfropf direkt über in den linken der beiden Ektoblastemwülste, welche alsbald neben einer jetzt deutlich werdenden sekundären Metastomrinne auftreten. Textfig. 33e ist durch diese Gegend gefallen und zeigt zugleich die auch im Flächenbilde erkennbaren Grenzfurchen, mit welchen sich die im Ektoblastem sich differenzierenden Epithelwülste absetzen und die primäre, breite Metastomrinne begrenzen. Von dem linken Ektoblastemwulst trennt sich dann die Leiste ab, welche sich in die dreieckige Erhebung fortsetzt, die zwischen den divergierenden hinteren Enden der Ektoblastemwülste im Flächenbild sichtbar ist. Textfig. 33f—h. Im Flächenbilde war unter der Lupe der mit Detritus bedeckte Pfropf nicht von der in ihn übergehenden Leiste abzugrenzen.

Ähnliche Querschnittsbilder des Metastoms ergab die Serie durch den Embryo der Fig. 113, nur war die Verbindungsfurche noch tiefer eingeschnitten. Infolgedessen wurde es auch im Schnittbilde schwer, am vorderen Rande des Metastoms die verdünnte Vorderlippe noch als solche zu erkennen. Sie war nur dadurch angedeutet, dass das Ektoderm direkt in die Chordaanlage umbog. Dazu kam in diesem Embryo, dass sich in dieser Gegend schon die Bildung des Primitivblastems einleitete; vgl. unten den Abschnitt über die Primitivrinne. Das Metastom glich demjenigen der Textfig. 33c und war in fünf aufeinanderfolgenden Schnitten offen. Dann wurde es durch indifferentes, mit den Epithelwülsten sich verbindendes Ektoblastem geschlossen, welches anfangs noch dünn und mit Detritus bedeckt war. Von dem

Ektoblastem erhob sich in den hinteren Schnitten die Metastomleiste, deren vorderer Teil sich nach vorn hin etwas vorgeschoben hatte, ähnlich wie in Textfig. 31 a der Metastompfropf. Die Querschnitte dieser Metastomleiste sahen ähnlich aus, wie in Textfig. 33 g und h, nur waren sie grösser und ragten etwas mehr an die Oberfläche vor. Die ganze Metastomleiste bestand hier, wie auch an den anderen Embryonen, aus Ektoblastem.

Nach diesen Befunden zu urteilen, ist die Metastomleiste wohl ebenfalls eine Kompressionserscheinung, wie der oben von mir beschriebene Metastompfropf; beide haben dieselbe Genese und dieselbe Bedeutung. Durch das Andrängen der Seitenlippen wird die Leiste z. T. wohl passiv zur Erhebung gebracht und vorgedrängt. Z. T. antwortet aber wohl auch das Gewebe auf den durch die Kompression gegebenen Reiz mit einer aktiven Wucherung, da sich die Leiste, wie wir gesehen haben, ja auch nach hinten aus dem Bereich der Metastomrinne heraus erstreckt, sich also auch an einer Stelle findet, an welcher wohl kaum noch eine Kompression stattfinden kann; hier bleibt sie auch nur niedrig und verschwindet nach hinten hin bald ganz.

Zur Ergänzung der Querschnitte habe ich den Embryo der Fig. 112 in Längsschnitte zerlegt.



Textfig. 34 a—c.
Aus der Längsschnittserie durch den Embryo der Fig. 112 auf Taf. V.
a Medianschnitt, b und c die beiden sich auf der einen Seite daran anschliessenden Medianschnitte.

Textfig. 34 a gibt den Medianschnitt durch den Embryo wieder. Man sieht den grossen, offenen, relativ langen Metastomspalt, welcher direkt von oben nach unten in die Subgerminalhöhle hineinführt. Begrenzt wird das Metastom links von der im Medianschnitt noch sehr deutlichen Vorderlippe, welche in ihrem frei vorspringenden, hinteren Rande das Ektoderm direkt in die Chorda übergehen lässt. Rechts wird es abgeschlossen durch das interlabiale Gewebe, dessen hohe, im Flächenbild so auffällige Metastomleiste der Länge nach getroffen ist, sodass diese Partie im Medianschnitt eine für diese Gegend ganz aussergewöhnliche Dicke besitzt. Nach hinten (in der Figur rechts davon) sind die drei Keimblätter isoliert; im Bereich des interlabialen Gewebes grenzt sich nur das Entoderm bis nach vorn an das Metastom hin ab.

Dieses lange, klaffende Metastom war in der Serie einzig und allein auf den Medianschnitt beschränkt. In den beiden Nachbarschnitten rechts und links neben der Medianebene wurde das Metastom durch das Entoderm schon z. T. überdeckt und undurchgängig gemacht, und zwar rechts z. T., links vollständig; Textfig. 34b stellt den linken Schnitt dar. Zwischen der noch deutlich abgesetzten Vorderlippe und dem an sie herantretenden, interlabialen Gewebe ist nur noch eine trichterförmige, unten geschlossene Einsenkung sichtbar, die letzte Andeutung des Blastoporus. Der zweitnächste Schnitt (Textfig. 34c) ging dann schon durch die Übergangsstelle der Vorderlippe in die Seitenlippe und streifte die letztere. Im Metastom und in dessen Nachbarschaft lag eine geringe Detritusmasse. Die Vorderlippe des Blastoporus ist also auch in diesem Präparat in der Medianebene noch frei, aber auf ein äusserst schmales, minimales Stück reduziert.

Die drei Embryonen der Fig. 112—114 unterscheiden sich von den früher besprochenen mithin im wesentlichen dadurch, dass der vorderste, hinter der noch erhaltenen Vorderlippe gelegene Teil der Metastomrinne durchgängig geworden ist, während der Kupffersche Kanal und die Zellenmasse seiner Unterwand vollständig verschwunden sind. Das Metastom ist nicht unansehnlich und wird vorn von der Vorderlippe, seitlich von den Seitenlippen und hinten von dem interlabialen Gewebe begrenzt. Dabei zeigt die ganze Embryonalanlage dieser Figuren eine weiter vorgeschrittene Ausbildung, als die oben besprochenen Embryonen mit fast oder schon ganz geschlossenem Urmund. Man könnte daher auf die Vermutung kommen, dass auch bei den Embryonen der Fig. 112—114 der Urmund schon einmal geschlossen gewesen wäre und sich dann sekundär wieder geöffnet hätte. Ich glaube aber nicht, dass diese Vermutung zutrifft. Dagegen spricht vor allem, dass die Vorderlippe ihr primäres Aussehen, welches sie vor dem Urmundverschluss zeigt, bewahrt hat und sich noch scharf absetzt. Auch habe ich gar keine Zwischenform gefunden, welche für die Vermutung einen Anhalt gäbe. Vielmehr erscheint mir zweifellos, dass das Metastomloch dadurch entsteht, dass die ganze Unterwand des Kupfferschen Kanals weiter nach hinten als gewöhnlich rückt, während die Anheftung des Entoderms von der Chorda auf die Seitenlippen übergeht. Hierdurch wird die Gegend hinter der Vorderlippe vollständig entblösst und das Metastom geschaffen. Unzweifelhaft trägt dazu auch eine besonders dünne Beschaffenheit des interlabialen Gewebes hinter der Vorderlippe bei, vor allem wenn dann noch ein intensiver Zerfall der dünnen Zellenlage hinzukommt. Und ein Zerfall tritt hier, wie wir gesehen haben, ja fast regelmässig ein; die hintere Begrenzung des Metastoms ist daher auch gewöhnlich am wenigsten scharf. In der Querschnittserie des Embryos der Fig. 114 war der Zerfall der dünnen Zellenschicht besonders auffällig; vgl. Textfig. 33d—e. Ich gewann bei dem Studium dieser Serie die Überzeugung, dass der Auflösungsprozess des interlabialen Gewebes hier noch im Fortschreiten begriffen war, sodass der Metastomspalt an diesem Embryo noch an Länge nach hinten hin zugenommen hätte.

Die Ausbildung des Metastoms, d. h. des perforierenden, geraden Ganges hinter der Vorderlippe, hängt daher, wie mir scheinen will, von besonders günstigen Umständen ab und kommt demnach durchaus nicht bei jedem Embryo, sondern vermutlich nur bei solchen Embryonen zustande, bei welchen die hervorgehobenen günstigen Umstände, besonders wohl eine dünne Beschaffenheit und ein intensiver Zerfall der interlabialen Schicht, zutreffen. Diese Differenzen fallen aber noch in den Rahmen der individuellen Variabilität. Dass die Länge und Dicke der Unterwand des Kupfferschen Kanals und auch des interlabialen Gewebes hinter der Vorderlippe variieren, ist oben betont worden.

Ob und inwieweit sich auch der mediane Rest der Vorderlippe an dieser Freilegung des Metastoms, wenigstens in erster Zeit nach der Perforation des Urdarms, dadurch beteiligt, dass das Ektoderm um den hinteren Rand energischer in die Chorda herumwächst, wodurch die Urmundöffnung etwas nach vorn rücken würde, lasse ich dahingestellt. Auf S. 122 habe ich diesen Punkt schon berührt. Dass die Verbindungsfurche so tief eindringt, dass durch sie die verdünnte Vorderlippe durchschnitten würde, wodurch das Metastom sich auch nach vorn vergrössern könnte, halte ich nicht für wahrscheinlich.

Der Verschluss des klaffenden Metastoms wird jedenfalls ebenso, wie oben geschildert, dadurch vermittelt, dass die Epithelwülste der Seitenlippen und der Vorderlippe zusammenstossen und miteinander verwachsen. Vgl. Fig. 188 auf Taf. X. Dabei gehen dann auch die an der Unterfläche der Seitenlippen median angehefteten Entodermblätter ineinander über. Die Fig. 109—111 und 115 schliessen sich in dieser Beziehung unmittelbar an Fig. 112—114 an.

Von den Embryonen, deren Urmund die Archistomkrümmung länger als gewöhnlich bewahrt (siehe Seite 100), muss man wohl annehmen, dass sie die gleichen Umbildungen ihrer Urmundgegend, wie sie oben beschrieben wurden, durchmachen, sodass die Archistomkrümmung vor oder bald nach der Perforation des Urdarms verschwindet. —

Während die Gastrulationserscheinungen bis zur Perforation des Urdarms bei mehreren Reptilien genauer untersucht worden sind (vgl. Seite 116), sind die Schicksale des Blastoporus nach der Perforation im einzelnen nur sehr wenig bekannt.

Will*) hat zuerst bei dem Gecko nachgewiesen, dass sich der Urmund alsbald nach der Perforation schliesst. Das Gleiche versichert Völtzkow**) für Podocnemis, und halten es Mehnert***) und Will†) bei Emys für wahrscheinlich; bei Podocnemis scheint der Verschluss nach Völtzkow nur von sehr kurzer Dauer zu sein.

Durch die Untersuchungen von Strahl††) wurde festgestellt, dass Lacerta sich anders verhält. Der Kupffersche Kanal verengert und verkürzt sich zwar, schliesst sich aber in seiner äusseren Öffnung nicht ganz, sondern geht direkt in den Canalis neurentericus (siehe Abschnitt 6 dieses Kapitels) über. Auch bei Hatteria führt nach Schauinsland†††) der „Urdarm“ allmählich und unmittelbar ohne vorherigen Verschluss in den neurenterischen Kanal über; sein Lumen wird allerdings in einer bestimmten Zeit ausserordentlich enge.

Auch dotterpfropfähnliche Bildungen wurden bei anderen Reptilien mehrfach beschrieben. So bildet Will†*) von manchen Stadien des Platydactylus einen länglichen Blastoporusspalt ab, in dessen Mittellinie sich eine Leiste erhebt, deren Form an die von mir oben beschriebene Metastomleiste erinnert. Dieser Autor bezeichnet die ganze, hinter der Vorderlippe zwischen den vorwachsenden Epithelwülsten gelegene Zellenmasse als „Entodermpfropf“, eine Bezeichnung, welche ich nicht für sehr glücklich gewählt halte, da der Pfropf aus Ektoblastem besteht, und das Entoderm isoliert darunter hinweg zieht, wenn auch diese Bezeichnung für die dem Dotterpfropf der Amphibien gleichzusetzende Bildung vom phylogenetischen Gesichtspunkte aus berechtigt sein mag. Die Auffassung, welche Will über die morphologische Bedeutung und die Art des Urmundverschlusses entwickelt, kann ich nicht teilen. Vor allem muss ich auf das Bestimmteste betonen, dass ich die scharfe Abgrenzung des Ektoderms von dem interlabialen, in-

*) L. c. **) L. c. ***) L. c. †) L. c. ††) L. c. †††) L. c. †*) L. c.

differenten Gewebe, auf welche Will seine Auffassung über den Reptilienblastoporus basiert. (siehe bei y seiner Figuren), niemals angetroffen habe. Abgesehen von dem vorderen Teil der Metastomrinne, in welchem sich die Epithelwülste der Seitenlippen differenzieren, geht vielmehr das Ektoderm mit seiner Epithelstreifung direkt und ganz unmittelbar in das indifferente Gewebe über. Das Gleiche gilt für Wills*) Mitteilungen über Lacerta.

Auch für die Schildkröten hat Mitsukuri**) in seinen ausgezeichneten Untersuchungen am hinteren Ende des Blastoporus einen dreieckigen „Yolk-plug" beschrieben, dessen Zellenmasse sich z. T. isoliert vorschieben kann.

Ebenso gehört wohl der von Schauinsland***) bei Hatteria aufgefundene, an der unteren Lippe der ventralen Urdarmmündung sitzende, grosse, kugelförmige Knopf hierher.

---

5. Die Primitivrinne.

A. Vor der Anlage der Medullarrinne.

Vgl. Fig. 109—111, 115—117, 119 der Taf. V und die Textfig. 35—39.

Die Primitivrinne bildet sich zuerst in der Gegend des Urmundverschlusses und dicht dahinter. Sie entsteht dadurch, dass die Epithelwülste der Seitenlippen und des schmalen Restes der Vorderlippe miteinander unter Bildung einer an der Oberfläche des Embryo verlaufenden medianen Rinne verwachsen und sodann in indifferentes Gewebe übergehen: besonders fliessen bei der Verwachsung die im unteren Teile der Seitenlippen befindlichen Keimlager des Mesoblasten zusammen. Dabei vertieft sich die oben erwähnte Verbindungsfurche zwischen Rückenfurche und Metastomrinne gewöhnlich noch mehr und nimmt dadurch, dass der Vorderlippenwulst völlig verschwindet, eine ganz oder fast ganz mediane Lage ein. Die Rinne setzt sich demnach über die vertiefte Verschlussstelle des Urmunds geradlinig nach hinten hin in die Metastomrinne fort. In der Richtung von vorn nach hinten folgen also aufeinander Rückenfurche, Verbindungsfurche, Primitivrinne und Metastomrinne und bilden eine von vorn nach hinten direkt durchziehende Furche. Fig. 109—111, 115.

Mit sehr wenigen Ausnahmen (siehe unten) habe ich die Primitivrinne, auch in ihren ersten Anfängen, nur an solchen Embryonen angetroffen, an welchen der Verschluss des Blastoporus schon vollendet war und keine Kommunikation der Oberfläche mit der Subgerminalhöhle mehr bestand.

Ganz zu Anfang der Entwickelung der Primitivrinne ist die Lage des ursprünglichen, nunmehr geschlossenen Urmunds noch zu erkennen und sicher zu bestimmen an den Resten des Metastompfropfes und der Metastomleiste, die sich bei manchen Embryonen noch eine Zeit lang erhalten; in geringer Entfernung davor befand sich der Urmundkanal. Vgl. Fig. 109—111 und 115. Das setzt natürlich voraus, dass Pfropf und Leiste überhaupt zur Ausbildung kamen, was, wie wir gesehen haben, nicht bei allen Embryonen der Fall ist. Auch Detritusmassen können zum Verräter werden.

An der Oberfläche des indifferenten Gewebes, welches aus der Verwachsung der Metastomlippen

---

*) L. c.

**) Mitsukuri, On the Fate of the Blastopore, the Relations of the Primitive Streak, and the Formation of the Posterior End of the Embryo in Chelonia, together with Remarks on the Nature of Meroblastic Ova in Vertebrates. Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan, Vol. X, 1896.

***) L. c.

an und hinter dem Urmund resultiert, differenziert sich im Bereich der Rinne eine sehr deutliche, hohe, meist senkrecht zur Oberfläche stehende Epithelstreifung, welche gegen das darunter gelegene indifferente Blastemgewebe aber nicht abgesetzt ist, vielmehr kontinuierlich damit zusammenhängt und direkt darin übergeht. Diese oberflächliche Epithelstreifung ist gerade für das indifferente Keimgewebe der Primitivrinne charakteristisch und unterscheidet das letztere von dem Ektoblastemgewebe, welches wir bis jetzt am Urmund angetroffen haben. Ich will es daher als Primitivblastem besonders bezeichnen. Anfangs ist das Primitivblastem nur in wenigen aufeinanderfolgenden Schnitten nachweisbar, nimmt aber bald an Ausdehnung zu und wird zu einem kurzen Primitivstreifen, mit dessen Unterfläche das Entoderm gewöhnlich fest verbunden ist.

Von diesem Primitivblastem wachsen nun beständig die Primitivorgane und zwar das später zum Medullarepithel werdende Ektoderm, Chorda und seitliche Mesoblastplatten nach vorn resp. lateralwärts vor. Untersucht man in den Querschnittserien der Stadien vor Ausbildung der Medullarrinne die vordere Grenze des Primitivblastems, so findet man hier regelmässig die oberflächliche, epithelioide Schicht des Primitivblastems in direktem, breitem Zusammenhang mit der Chorda und den seitlichen Mesoblastplatten. An dieser Stelle differenzieren sich diese Organe aus dem Primitivblastem heraus, vor dieser Stelle sind sie von einander getrennt. Nicht selten kommt es in den Stadien alsbald nach dem Urmundverschluss vor, dass zuerst ein mit dem Primitivblastem hinten breit zusammenhängendes, indifferentes Gewebe sich absetzt, in welchem sich dann in dem nächsten oder zweitnächsten Schnitte nach vorn die Chorda differenziert. Auch kann sich zuerst der Mesoblast und dann erst die Chorda vom Ektoderm abspalten, wie es in den späteren Stadien stattfindet. Intensive Zellenvermehrung innerhalb der differenzierten Organe besorgt darauf ihr Weiterwachstum. An der Primitivrinne vollzieht sich also derselbe Prozess, wie wir ihn an dem offenen Blastoporus festgestellt haben; es fehlt hier nur die Perforation und hat sich der Wachstumsprozess in einem gemeinschaftlichen, oberflächlichen, medianen Keimlager konzentriert.

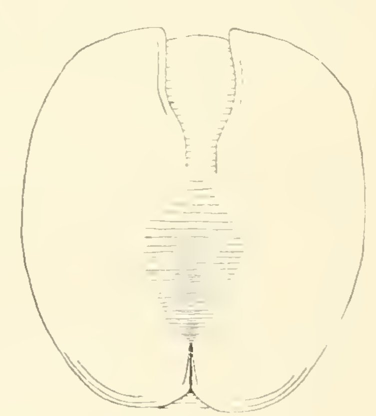
Während vorn und seitlich diese Differenzierungen aus dem Primitivblastem hervorgehen, regenerieren sich hinten Primitivrinne und Primitivblastem beständig; dabei gewinnt die anfangs nur kurze Primitivrinne bald an Länge. Dies geschieht dadurch, dass die Epithelwülste der Seitenlippen hinten mehr und mehr zusammenwachsen und an der Oberfläche der dadurch entstehenden Rinne die Epithelstreifung entstehen lassen; in manchen Fällen kann aber auch wohl einfach das Ektoblastemgewebe zwischen den Seitenwülsten in das Primitivblastem direkt übergeführt werden, indem die oberflächliche Epithelstreifung von dem einen Seitenwulst auf den andern übergreift. Da nun die Epithelwülste sich hinten stetig, wie oben geschildert, aus dem Ektoblastemgewebe herausdifferenzieren und medianwärts vordringen, schreitet das Wachstum der Primitivrinne nach hinten hin fort. Dabei heben sich an der Oberfläche die sich differenzierenden Ränder der Epithelwülste wiederum, wie auch schon auf früheren Entwicklungsstufen, durch zwei Grenzfurchen, eine linke und eine rechte, ab, welche von jetzt ab, wenigstens eine Zeit lang, noch mehr hervortreten, an Selbstständigkeit gewinnen und schliesslich eine charakteristische Gabelung am hinteren Ende der Primitivrinne im Flächenbild hervorrufen. Dort, wo die beiden Grenzfurchen vorn medianwärts zusammenstossen, liegt das jeweilige hintere Ende der Primitivrinne. An dieser Stelle werden auch jetzt noch oft kleine Zellhervortreibungen und Zellabstossungen mit anhaftendem Detritus in den Schnitten gefunden; sie sind aber meist schon so geringfügig, dass sie im Flächenbilde mit der Lupe nicht mehr erkannt werden. Diese wie hervorquellenden, z. T. in Zerfall begriffenen Zellen gehören stets

dem Ektoblastem an. Sie beweisen, dass durch das mediane Vorwachsen der Seitenlippen an dieser Stelle noch beständig leichte Kompressionen und Stauchungen hervorgerufen werden.

Zu Anfang, kurz nachdem die Verwachsung der Lippen begonnen hat, ist das Primitivblastem nur in dünner Lage und in wenigen aufeinanderfolgenden Querschnitten nachweisbar. Sehr bald gewinnt es aber beträchtlich an Masse. Abgesehen von der sehr reichlichen Zellvermehrung durch Teilung, wird sein Wachstum bedingt durch das Zusammenfliessen der Seitenhöcker.

An der Unterseite der Embryonen mit noch erhaltenem Kupfferschen Kanal in den Abbildungen 102a und 103a sahen wir die Seitenhöcker noch als kleine, den vorwachsenden Seitenlippen entsprechende, abgerundete Höcker liegen, welche durch eine deutliche mediane Furche voneinander getrennt werden; vgl. auch die Querschnitte der Textfig. 28d, 29c, d, 30a—c, 31a, b, 33e—f, in welchen die Seitenhöcker als zwei abgerundete, noch niedrige Erhebungen der Unterfläche erscheinen. Je mehr die Seitenwülste einander näher treten und ineinander übergehen, um so flacher wird die mediane Furche, umsomehr verschmelzen auch die Seitenhöcker miteinander; dabei strecken sie sich zugleich ein wenig in die Länge, entsprechend dem Vorwachsen der Seitenwülste nach hinten. Das zeigt Fig. 144 auf Taf. VI, welche das Bild der Unterfläche der Fig. 111 auf Taf. V wiedergibt. Fig. 145 ist die Unterseite des etwas älteren Stadiums der Fig. 119 auf Taf. V mit schon typisch ausgeprägter Primitivrinne. Nur mit Mühe liess sich hier noch die ursprüngliche Grenze zwischen den beiden Seitenhöckern in Gestalt einer ganz flachen Furche wahrnehmen; beide waren auf diesen Stadien meist schon zu einem Höcker verschmolzen, welcher von jetzt ab, an Grösse zunehmend, in den nächsten Stadien als unpaare, fast halbkugelige, ansehnliche Erhebung an der Unterfläche des Embryos sehr bemerkbar wird. Auf seiner Oberfläche liegt die Primitivrinne, er ist daher als der eigentliche Primitivhöcker oder Primitivknoten aufzufassen; vgl. Fig. 121a auf Taf. V, Fig. 134 und 146 auf Taf. VI.

Im einzelnen bietet die Ausbildung der Primitivrinne nun wieder zahlreiche Modifikationen, die hauptsächlich durch die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Metastomrinne veranlasst werden. In folgendem will ich aus der Zahl meiner Präparate die interessantesten Typen vorführen und zuerst an die Fig. 99—103 der Taf. IV anknüpfen. Natürlich war in allen diesen Embryonen weder im Flächenbilde noch in den Serien irgend eine Spur des (offenen) Urmunds und des Urdarms mehr vorhanden.

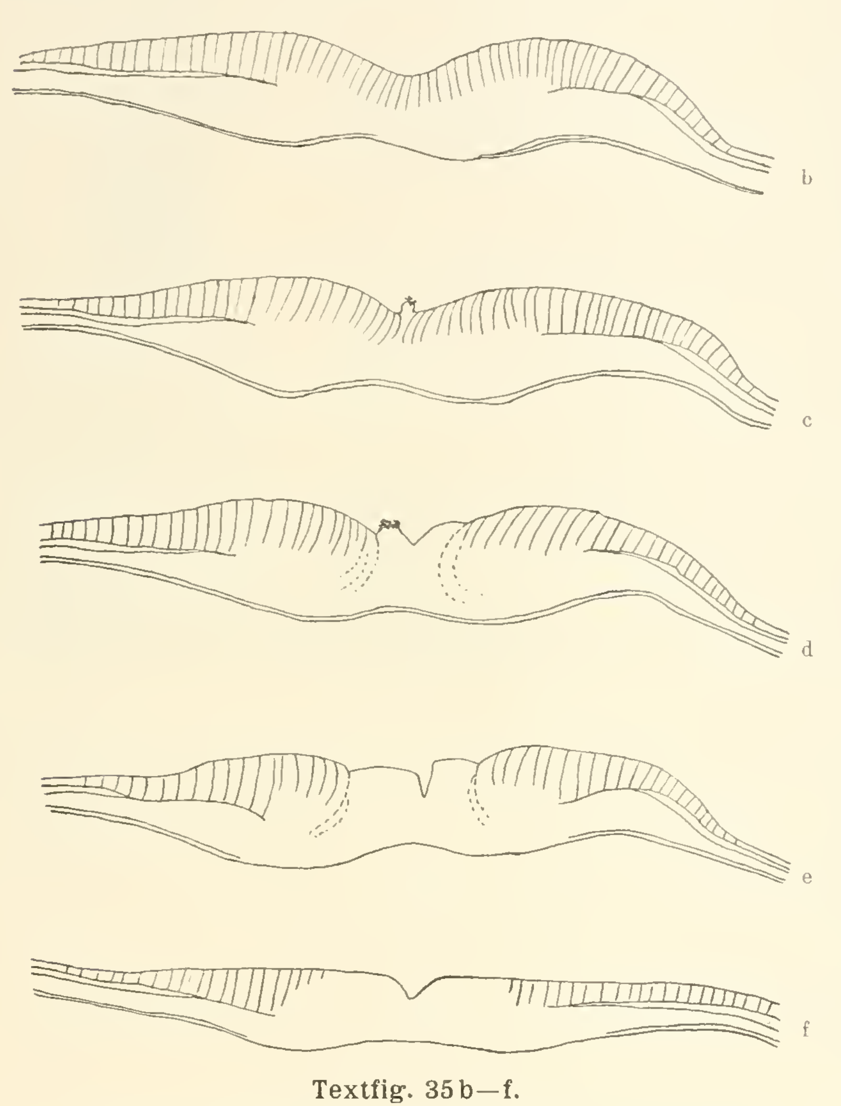


Textfig. 35a.
Oberseite eines Embryos nach Schluss des Urmunds zu Beginn der Primitivrinnenbildung, mit noch ausgeprägter Metastomrinne. Vergrösserung 33.

Nebenstehende Textfig. 35a stellt einen Embryo dar, welcher hinsichtlich der Ausbildung der Gehirnhöcker und Mesoblastflügel noch auf ziemlich niedriger Entwickelungsstufe steht. Er schliesst sich unmittelbar an den Embryo der Fig. 100 und 102 der Taf. IV an und ist unzweifelhaft die Entwickelungsstufe, in welche diese beiden Embryonen unmittelbar übergegangen wären. Vorderlippe und Metastompfropf sind vollständig verschwunden. Von der sehr breiten, flachen Rückenfurche geht eine schmale, mediane, tiefe Rinne nach hinten, welche von den nahe aneinander gerückten Seitenwülsten begrenzt wird und sich nach hinten hin unter Verbreiterung öffnet. Die Ränder der Wülste sind in der Nähe der Rinne ein wenig flacher und werden lateralwärts von zwei schmalen Grenzfurchen begrenzt, welche fast parallel der Rinne verlaufen.

In der Serie war nur erst in drei aufeinanderfolgenden Schnitten die Primitivrinne vorhanden. Textfig. 35b zeigt sie als breite, flache Vertiefung, welche im Flächenbilde unmittelbar vor dem Anfange der schmalen Metastomrinne gelegen ist.

Textfig. 35c folgt in der Serie auf 35b und entspricht der Stelle, an welcher die Primitivrinne nach hinten hin weiter zu wachsen beginnt. Die Epithelwülste sind einander fast ganz genähert, sodass zwischen ihnen nur noch ein ganz schmales, oberflächliches Ektoblastemstück liegt, dessen Zellenmasse z. T. an der Oberfläche vorgequollen und hier zerfallen ist. Im nächsten Schnitt wird diese Zellenmasse etwas reichlicher, während in ihr eine sekundäre Metastomrinne erscheint. Indessen bleibt der Detritus doch so gering, dass er im Flächenbilde unter der Lupe nicht bemerkt werden konnte.



Textfig. 35b—f.

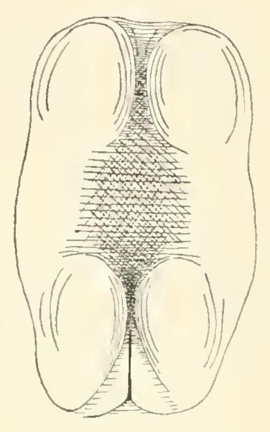
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Textfig. 35a. Querschnitte durch die Primitivrinne, b, die Grenze zwischen Primitiv- und Metastomrinne, c, und durch die Metastomrinne, d—f.

Textfig. 35d ist der zweitnächste Schnitt. Die vorgequollene Detritusmasse hat sich auf den linken Ektoblastemwulst neben der sekundären Metastomrinne fortgesetzt und findet hier ihre hintere Grenze. Die Epithelwülste sind durch deutliche Grenzfurchen von dem Ektoblastem mit seiner Metastomrinne abgetrennt.

Textfig. 35e ist mehrere Schnitte dahinter etwa durch die Mitte der Metastomrinne gegangen und erläutert die Tiefe der sekundären Metastomrinne und die Breite des Ektoblastems, welche zugleich der primären Metastomrinne zwischen den Grenzfurchen entspricht. Noch weiter nach hinten hin verschwinden dann die Grenzfurchen. Textfig. 35f. Diese Querschnitte illustrieren zugleich, dass in diesem Embryo die Seitenhöcker, welche an den Unterseiten als sanfte Hügel vorspringen, zwar noch von einander getrennt sind, dass ihre Verschmelzung aber schon durch Verdickung des interlabialen Blastems eingeleitet ist. Vgl. die Textfig. 29, 30 und 31.

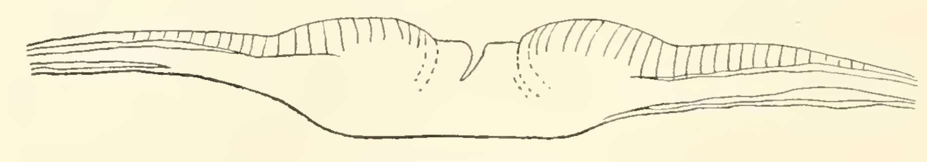
Der Embryo der Textfig. 36a auf nächster Seite ist merklich weiter entwickelt als der vorige und steht zwischen diesem und Fig. 109 der Taf. V. Die Gehirnhöcker sind hervorgetreten und fangen an, sich vorn einzusenken. Auch die Epithelwülste treten neben der Primitivrinne aus der Ebene des Embryos deutlich hervor. Zwischen den Wülsten, welche in der Fig. 109 der Taf. V dicht aneinander gerückt

sind, findet sich in der Textfig. 36a eine breite, muldenartige Primitivrinne, welche dem Querschnitt der Textfig. 35b ähnlich ist, sich aber schon auf mehrere (6) Querschnitte erstreckt. In dem Flächenbilde sieht man die Grenzfurchen neben den Epithelwülsten nach hinten hin divergieren. Zwischen ihnen liegen die Ektoblastemwülste mit einer langen, schmalen, sekundären Metastomrinne. Wie der Querschnitt der untenstehenden Textfig. 36b zeigt, welcher etwas vor die Mitte der Metastomrinne gefallen ist, besitzt die letztere noch ziemliche Tiefe und einen etwas schrägen Verlauf. An der Unterseite des Schnittes sind die Seitenhöcker schon fast ganz ineinander übergegangen, sodass kaum noch eine Furche dazwischen angedeutet ist. Vgl. das Bild der Unterfläche in Fig. 144 auf Taf. VI. Im übrigen gilt für diesen Querschnitt dasselbe, wie für den der Textfig. 35e. Auch in dieser Serie fehlte am vorderen Ende der Metastomrinne bei ihrem Übergange in die Primitivrinne nicht eine geringe Menge hervorgedrängter Zellen.



Textfig. 36a.
Oberseite eines Embryos nach Schluss des Urmunds im Stadium der Primitivrinnenbildung, mit noch ausgeprägter sekundärer Metastomrinne. Vergr. 34.

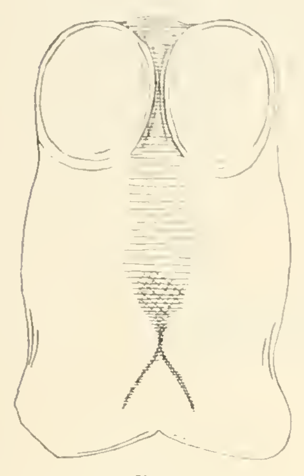
Von diesen beiden Embryonen der Textfig. 35 und 36 unterscheiden sich die drei in den Textfig. 37, 38 und 39 auf der nächsten Seite dargestellten sofort dadurch, dass die sekundäre Metastomrinne ganz verschwunden ist; nur in Textfig. 39 besteht noch eine leise Andeutung in Gestalt einer sehr flachen, ganz schmalen, nur bei guter Beleuchtung sichtbaren, medianen Furche. Auch in den Serien der Textfig. 37 und 38 ist von der Metastomrinne keine Spur mehr zu finden. Die durch Zellteilung vermehrten, von unten und von den Seiten andrängenden Zellmassen haben sie abgeflacht und zum Verstreichen gebracht. Vielleicht war die Metastomrinne in diesen und ähnlichen Präparaten, in denen sie so früh fehlt, ursprünglich auch nur wenig ausgeprägt und mehr breit muldenartig, eine Form, welche in den voraufgegangenen Stadien ja auch von mir beobachtet wurde. Vgl. Textfig. 29d. Nur das hintere Ende der Metastomrinne wird in Textfig. 38 und 39 noch angedeutet durch den medianen, winkeligen Einschnitt am hinteren Rande des Ektoblastems. Wir werden sehen, dass das Verstreichen der sekundären Metastomrinne im Laufe der Entwickelung ganz regelmässig eintritt, aber zu verschiedener Zeit einsetzt. Vgl. auch die ein wenig weiter als Textfig. 37—39 entwickelte Embryonalform der Textfig. 58a mit dem gleichalterigen Embryo der danebenstehenden Textfig. 58b; während in a die sekundäre Metastomrinne noch sehr deutlich ist, vermisst man sie in b vollständig. Nur selten erhält sich noch in späten Stadien ein letzter Rest der Rinne in Form einer ganz flachen Furche (siehe die Fig. 136 und 149 der Taf. VI und VII).



Textfig. 36b.
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Textfig. 36a. Querschnitt durch die Metastomrinnen dicht vor ihrer Mitte.

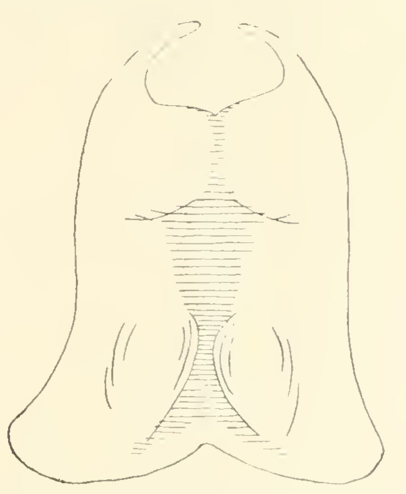
Textfig. 37 auf nächster Seite ist eine ähnliche Embryonalform, wie Textfig. 36a. Obwohl ihre Gehirnhöcker noch nicht so weit ausgebildet sind, ist ihr hinteres Ende doch beträchtlich weiter vorgeschritten, als in Textfig. 36a. Die Primitivrinne ist länger und enger und geht in die beiden Gabeläste der Grenzfurchen über. Ihr Aussehen nähert sich daher dem definitiven, vgl. z. B. Fig. 119 und 120 der Taf. V.

Eine ursprünglichere Form der Primitivrinne zeigen dagegen die Textfig. 38 und 39, welche sich den Falterformen der Fig. 104 auf Taf. IV und der Textfig. 32 anreihen und noch ein schmetterlingsähnliches Aussehen bewahrt haben. In Fig. 38 ist die Primitivrinne noch breit, muldenartig, in Fig. 39 bildet sie dagegen schon einen engen Spalt, an dessen hinterem Ende sich in der Serie wieder eine kleine Zellanhäufung vorfand. Vgl. auch die verschiedene Weite der Primitivrinne an den ein wenig mehr entwickelten Embryonen der Textfig. 58a und b.

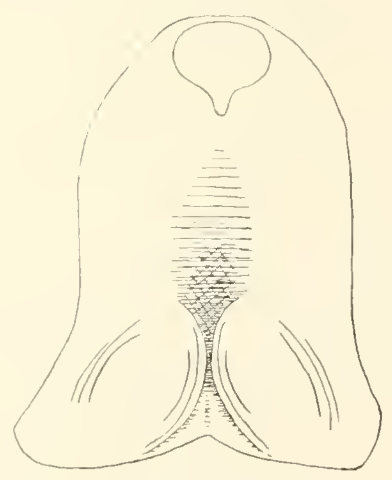


Textfig. 37.
Oberseite eines Embryos nach Schluss des Urmunds im Stadium der Primitivrinnenbildung. Vergr. 32.

Von besonderem Interesse sind die in Fig. 109, 111 und 115 der Taf. V dargestellten Embryonalformen, weil sie schon eine weitergehende Ausbildung ihrer Embryonalkörper erfahren haben, während im Bereich der ehemaligen Urmundgegend noch primitivere Verhältnisse erhalten sind. Die Gehirnhöcker treten schon abgerundet hervor, werden durch eine tiefe Rinne, die erste Anlage der Medullarrinne, von einander getrennt und haben sich vorn schon in die Tiefe eingesenkt. Die beiden Mesoblasthörner sind vorn weit vorgewachsen und in Fig. 110 und 115 schon vereinigt; in der letzteren Figur ist in ihnen bereits ein grosses Exocoelom entstanden. Die Rückenfurche ist vertieft und verschmälert. Damit kontrastiert die noch breite Metastomrinne, in welcher eine lange Metastomleiste, resp. ein Metastompfropf auffallen, wenn auch die Urmundeinsenkung geschlossen und völlig verschwunden ist und an Stelle derselben eine noch kurze Primitivrinne besteht. Dieser Kontrast wird um so auffälliger, wenn man diese Embryonen mit den früher besprochenen, etwa der Textfig. 38 und 39, vergleicht, in welchen wir gerade das umgekehrte Verhältnis feststellten: eine weit vorgeschrittene Ausbildung der Primitivrinne und



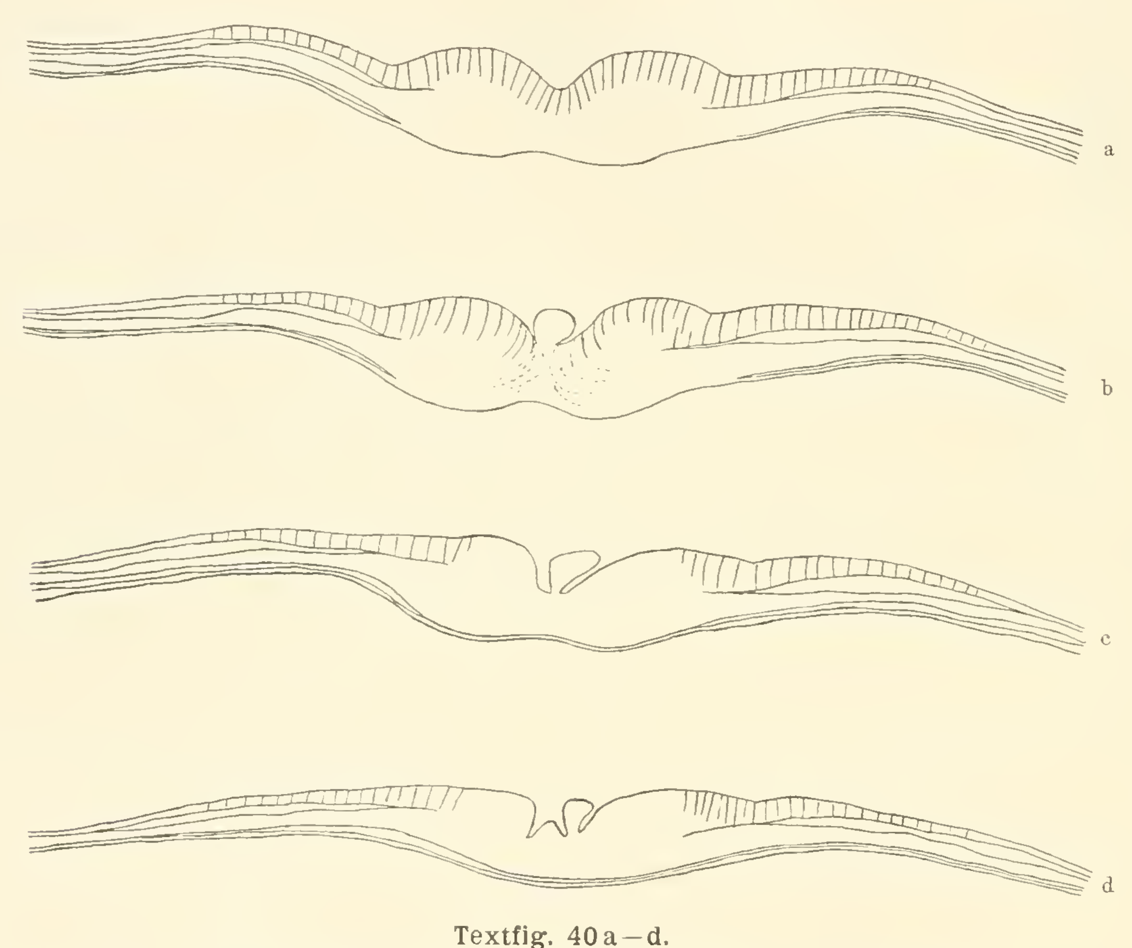
Textfig. 38.
Oberseite eines Embryos nach Schluss des Urmunds im Stadium der Primitivrinnenbildung. Vergrösserung 33.



Textfig. 39.
Oberseite eines Embryos nach Schluss des Urmunds im Stadium der Primitivrinnenbildung. Vergrösserung 35.

völligen oder fast völligen Schwund der sekundären Metastomrinne bei noch geringer Entwicklung der übrigen Organanlagen. Hieraus folgt, dass die Umformung der Urmundgegend mit Bezug auf die Ausbildung der anderen Embryonalorgane zu verschiedener Zeit erfolgt und individuellen Variationen unterliegt.

Fig. 111 knüpft hinsichtlich ihrer Metastomgegend unmittelbar an Fig. 113 und weiterhin auch an Fig. 112 an; die links, wie in Fig. 113, gelegene Verbindungsfurche führt in eine auf sieben Querschnitte sich ausdehnende Primitivrinne (Textfig. 40 a), welche nach hinten in eine breite, klaffende, sekundäre Metastomrinne übergeht. In letzterer verläuft nun der Länge nach eine hohe Metastomleiste, ganz ähnlich wie in der Fig. 112 und 113, überschreitet den Bereich der Rinne und verschwindet hier hinten schliesslich, indem sie immer niedriger wird. Bei genauem Hinsehen fand ich hinten rechts neben dieser grossen Leiste noch eine zweite ganz kleine und niedrige.

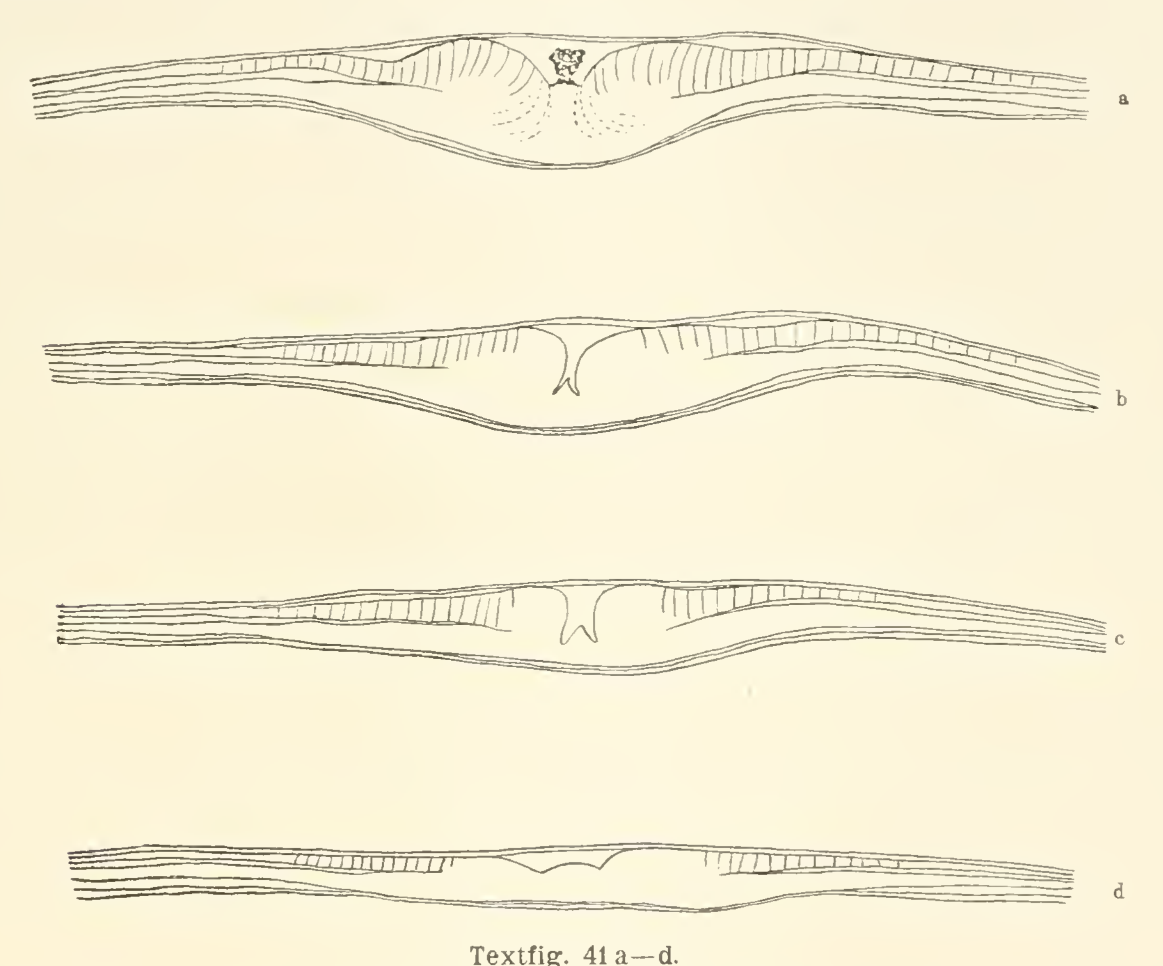


Textfig. 40 a—d.
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 111 auf Taf. V.
Querschnitte durch die Primitivrinne, a, und die Metastomrinne mit ihren Metastomleisten, b—d.

Das vorderste Ende der Leiste ist abgerundet und sitzt, wie der Querschnitt Textfig. 40 b zeigt, mit einem schmalen Stiel, wie ein grosser Knopf, im hintersten Ende der Primitivrinne, dort, wo diese nach hinten hin wächst. Dieser Knopf macht den Eindruck, als wäre er in Abschnürung begriffen, seine Oberfläche, ebenso wie die der ganzen Leiste, ist aber noch glatt, ein oberflächlicher Zerfall ist nicht eingetreten. Von dieser Stelle ab erhebt sich die Leiste vom Boden der Metastomrinne und wird nach hinten hin an ihrem freien Rande etwas unregelmässig verbreitert. Textfig. 40 c ist der Querschnitt etwa durch die Mitte ihrer Länge. Textfig. 40 d schliesslich geht durch den hintersten Teil der Metastomrinne und demonstriert die Querschnitte durch die grosse und die zweite kleine, schon im Flächenbilde

sichtbare Leiste. Beide Leisten bestehen aus Ektoblastem; ihre letzten hintersten Enden erscheinen unter dem Bilde einer einfachen, kleinen Ektodermverdickung.

Die Embryonen der Fig. 109, 110 und 115 haben sich wohl aus der Embryonalform der Fig. 114 weiter entwickelt. Das in Fig. 114 noch vorhandene offene Metastom ist in ihnen völlig verschwunden und durch eine noch kurze Primitivrinne ersetzt. In der sich nach hinten hin daran anschliessenden Metastomrinne wird im Flächenbilde der Fig. 110 und 115 ein kleiner, wie eingeklemmt aussehender Metastompfropf sichtbar, an dessen Stelle sich in Fig. 109 eine minimale Detritusmasse befindet. Die Bilder erinnern ausserordentlich an die früheren Stadien der Fig. 100, 101 und 103 der Taf. IV. Auch gehen in Fig. 109 und 110 seitlich neben dem Pfropf zwei flache Grenzfurchen ab.



Textfig. 41 a—d.

Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 115 auf Taf. V.
Querschnitte durch die Metastomrinne. Das Oolemm und die Eischale sind an der Oberfläche des Embryos noch erhalten.

Der Querschnitt der Primitivrinne glich dem der Textfig. 40a, nur dass die Rinne in Fig. 109 und 115 ein wenig tiefer einschnitt. Am hinteren Ende der Primitivrinne begann in Fig. 110 und 115 der Pfropf, dessen Oberfläche rauh, in Zerfall begriffen und mit Detritus in Zusammenhang war. Die zerfallene Masse, in welcher auch Kernreste erkennbar wurden, hatte sich in der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 115 vollständig erhalten können, da der Embryo noch mit seinem Oolemm und der Eischale bedeckt war und damit geschnitten wurde; vgl. Textfig. 41a. Dieser zerfallene Pfropf setzt in

dieser Serie sich nach hinten hin direkt in eine Metastomleiste fort, welche aber so niedrig bleibt, dass sie von den median vorwachsenden Seitenwülsten überwallt wird: im Oberflächenbild wird sie daher nicht sichtbar. Dagegen ist sie in dem Querschnit der Textfig. 41b deutlich; es wird sofort klar, dass sie durch Kompression von seiten der vorwachsenden Seitenwülste entstanden ist, das Ektoblastem wird dadurch vorgedrängt und zu einer Leiste erhoben. Nach hinten hin geht die Leiste dann direkt über in die kleine, dreieckige Erhebung, welche im Flächenbild zwischen den divergierenden Seitenwülsten in die Erscheinung tritt, ein Befund, auf welchen ich besonders hinweisen möchte und später noch zurückkommen werde. Textfig. 41c und d.

Einen ganz ähnlichen Befund ergab die Serie der Fig. 110. Der Pfropf bestand hauptsächlich aus Detritusmasse und lag wieder am hintersten Ende der Primitivrinne. Nach hinten erhob sich das Ektoblastem zu einer niedrigen Leiste, die zwischen den darüber hinwegwachsenden Seitenwülsten eingeklemmt sass und sich nach hinten direkt fortsetzte in die kleine, dreieckige Erhebung zwischen den divergierenden Enden der Seitenwülste.

Fig. 110 u. 115 lassen sich leicht aus Fig. 111 herleiten, wenn man sich denkt, dass in letzterer die Seitenwülste hinter dem vorderen Ende der Metastomleiste energisch vorwachsen und ihren mittleren Teil überwallen.

Fig. 109 schliesslich zeichnete sich dadurch aus, dass die Primitivrinne schon ziemlich lang war und sich auf 5 Schnitte erstreckte. Die Detritusmasse an ihrer hinteren Grenze war nur sehr gering und setzte sich nicht auf eine Metastomleiste fort, welche überhaupt fehlte. Die Querschnitte dahinter glichen sehr der Textfig. 36b und liessen die beiden Grenzfurchen, die primäre breite und die sekundäre schmale Metastomrinne erkennen; die letztere war nicht ganz so eng, wie in Textfig. 36b und verlief auch senkrecht zur Oberfläche.

An den oben betrachteten Embryonen ist die Primitivrinne noch kurz und breit, muldenartig. Textfig. 35b und 40a. Sie senkt sich verschieden weit in die Tiefe und endigt hier mit blindem Grunde.

Nur ein einziges Mal habe ich gesehen, dass die Primitivrinne zu einer tiefen, perforierenden Spalte wurde, welche bis in die Subgerminalhöhle vordrang und sich hier öffnete. Dieser bemerkenswerte Embryo ist in Fig. 117 der Taf. V dargestellt und gleicht sonst in allem wesentlichen seinem Nachbar in Figur 116, in welchem die Primitivrinne eine blind endigende Einsenkung bildete. Äusserlich ist dem Embryo nichts besonderes anzusehen. Von der noch breiten Rückenfurche geht genau in der Medianlinie eine Verbindungsfurche in die Primitivrinne über, welche weiter nach hinten in die Metastomrinne überführt. In der Serie stösst man auf eine typische, tief einschneidende Primitivrinne, welche nach vorn Chorda und lateralen Mesoblast aus sich hervorgehen lässt und sich durch fünf Querschnitte erstreckt. Der Querschnitt darauf gleicht sehr der Textfig. 42c auf Seite 156: nur das Ektoderm setzt sich von dem indifferenten Keimgewebe ab, welches letztere unter dem Ektoderm von der einen zur anderen Seite in dünner Lage hinzieht; auch das Entoderm ist hier noch nicht deutlich differenziert. Erst vor dieser Stelle hat sich die Chorda aus dem indifferenten Gewebe abgesondert, sodass die Primitivorgane differenziert sind.

Nach hinten vertieft sich nun die Primitivrinne in ihrem vierten und fünften Querschnitt, um im nächsten Schnitt der Serie gegen die Subgerminalhöhle durchzubrechen. Alsdann besteht, wie in dem als Canalis rectus bezeichneten Metastom, eine direkte Kommunikation zwischen der Oberfläche des Embryos und der Subgerminalhöhle. Das mikroskopische Bild gleicht sehr der Textfig. 33c; nur die Seitenwülste sind an unserm Embryo etwas höher und der Spalt etwas schmaler. Auch das Entoderm ist an die Unterfläche der Seitenwülste medial angelötet, wie in Textfig. 33c. In dem Spalt fand ich etwas Detritus. Diese Kommunikation erhielt sich in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten. In den nächsten Schnitten

sind die Seitenwülste wieder durch erst schmales, dann breiteres Ektoblastem mit anfangs rauher Oberfläche vereinigt; in dem Detritus lagen drei Kerne fast ganz frei. Zwei kurze Grenzfurchen wurden nur an einer kleinen Stelle, die auch im Flächenbilde zu sehen ist, deutlich. Zwischen den divergierenden Schenkeln der Seitenwülste tritt dann eine Ektoblastemerhebung auf, welche im Flächenbilde das dreieckige Feld zwischen den Schenkeln verursacht, ähnlich wie in den Textfig. 41c und d.

Die Erklärung dieses eigenartigen Befundes scheinen mir die Embryonen der Fig. 112 und 114 zu liefern. Wir haben gesehen, dass hier hinter der noch erhaltenen Vorderlippe ein lochartiges Metastom entstanden war, welches, wie der Längsschnitt der Textfig. 34a zeigt, ziemlich lang werden konnte. Auch hatte die Analyse der Querschnittsserien ergeben, dass durch weiteren Zerfall des dahinter gelegenen dünnen Ektoblastems dieses Metastom nach hinten hin noch an Ausdehnung gewinnen konnte; vgl. Textfig. 33c—e. Ich denke mir nun, dass in Fig. 117 ursprünglich ein langer Metastomspalt vorhanden war, und dass sich zuerst durch Verwachsung der Lippen hinter der Vorderlippe die Primitivrinne ausbildete, während der hintere Teil der Metastomspalte noch offen blieb und sich wahrscheinlich nach hinten hin noch verlängerte, worauf der Zerfall an der Oberfläche des Ektoblastems hinweist. Der perforierende Spalt hinter der Primitivrinne wäre also ein Überbleibsel des ursprünglichen Metastoms und keine Neubildung. Das Bindeglied hierzu lieferte Fig. 113 insofern, als hier die Vorderlippe schon undeutlich und eine Verwachsung und Primitivrinnenbildung eingeleitet war, während dahinter noch das Metastom klaffte. Siehe Kapitel XV unter Fig. 113.*)

Eine andere Möglichkeit wäre die, dass die Kommunikationsöffnung in Fig. 117 erst sekundär nach vollständigem Verschluss des Metastoms dadurch eingetreten ist, dass die Primitivrinne sich vertiefte und schliesslich in die Subgerminalhöhle durchbrach. Wenn sich diese Möglichkeit auch nicht ganz ausschliessen lässt, so erscheint sie mir nach obigem doch nicht wahrscheinlich.

B. Die Primitivrinne nach der Anlage der Medullarrinne.

In dem vorigen Abschnitt haben wir gesehen, dass bei der Kreuzotter aus dem äusserst verwickelten, in mehrere Etappen zerlegten Gastrulationsprozess eine typische, auf einem Primitivstreifen resp. Primitivhöcker befindliche Primitivrinne hervorgeht. Beide nehmen in den nächsten Stadien zunächst noch an Ausdehnung zu, sodass wir an Stelle der früheren Metastomrinne ein ganz anderes, sehr charakteristisches Bild erhalten.

Die Fig. 118—121 der Taf. V und Fig. 126 der Taf. VI vermitteln den Übergang zu den Embryonen, an welchen die Medullarrinne zur Ausbildung kommt, deren erste Andeutung zwischen den Gehirnhöckern sich schon auf den vorausgegangenen Stufen der Taf. V erkennen lässt. Wenn wir die Fig. 119, 121, 118, 120 und 126 in dieser Folge miteinander vergleichen, so können wir feststellen, dass die anfangs breite Rückenfurche mehr und mehr eingeengt wird durch die Erhebung der Medullarwülste, während die Gehirnhöcker vorn in die Tiefe eindringen. Die Primitivrinne, früher meist breit und mulden-

*) Ob diese meine Beobachtung mit den Befunden, welche Gertr. Davenport bei Schildkrötenembryonen erhalten hat (G. G. Davenport, The Primitive Streak and Notochord Canal in Chelonia. Radcliffe College Monograph, N. 8, Boston 1896), in Beziehung zu bringen ist, muss ich dahingestellt sein lassen, da mir die Abhandlung von Gertr. Davenport nur aus Referaten bekannt ist; es war mir nicht möglich, die Originalabhandlung zur Einsicht zu erhalten.

artig, bildet jetzt gewöhnlich eine schmale, verschieden tiefe, spaltartige Einsenkung, da ihre Ränder näher aneinandergerückt sind; auch hat sie an Länge zugenommen. Im Oberflächenbilde ist sie daher unmittelbar hinter der Medullarrinne als schmale, dunkle, mediane Linie von etwas variabler Länge sofort erkennbar, Fig. 118—121 und 116. Ihr vorderes Ende ist meist deutlich abzugrenzen. Ihre seitlichen, sie begrenzenden Ränder beginnen sich lippenartig etwas hervorzuwulsten; in anderen Präparaten (vgl. Fig. 120) bleiben sie noch mehr eben. Hinten geht die Rinne in zwei flache, schmale, optisch als Linien erscheinende Furchen über, welche nach hinten hin divergieren, um sich hier zu verlaufen. Diese Gabelung am hinteren Ende der Primitivrinne ist sehr charakteristisch. Den Winkel zwischen den beiden Gabelästen nimmt eine dreieckige, breite, jetzt sehr deutlich gewordene, an der Oberfläche glatte Erhebung ein und füllt ihn wie ein keilartiges Verschlussstück aus.

Die Erklärung dieses Flächenbildes bringt uns das Studium der Schnitte.

Die Querschnittsbilder der Textfig. 42a—g sind der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 121 auf Taf. V entnommen. Textfig. 42a ist ein Querschnitt durch den breitesten, hinteren Teil der auch im Flächenbilde noch breiten Medullarrinne. Medullarepithel, Chorda, Mesoblastplatten und Entoderm sind scharf von einander getrennt. Wie im Flächenbilde, so schliesst sich auch in der Serie an die Medullarfurche direkt und ziemlich schnell die schmale, spaltartige Rinne an, welche wir im Flächenbilde als Primitivrinne angesprochen haben. Die breite, sich verflachende Medullarfurche hört auf und an ihre Stelle tritt eine anfangs winklige, mediane Einsenkung des Ektoderms, welche sehr bald eng und tief wird. Fig. 42b ist durch ihren vorderen Teil gefallen, zeigt aber durchaus nicht den Bau der Primitivrinne. Die Rinne ist zwar schmal, die Primitivorgane, das dicke, geschichtete Ektodermepithel, Chorda, Meso-

a

b

c

d

e

f

g

Textfig. 42 a—g.*)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 121 auf Taf. V.

*) In dieser und den folgenden Textfiguren ist der Mesoblast punktiert gezeichnet, um die in ihm sich bildenden Coelomspalten besser hervortreten zu lassen.

blastplatten und Entoderm, sind aber, wie in Fig. 42a, vollständig von einander differenziert; die Chorda besitzt abnormerweise eine etwas extramediane Lage. Siehe oben Verbindungsfurche. Dieser Befund wird in vier aufeinanderfolgenden Schnitten erhalten. Das vorderste Ende der im Flächenbilde sichtbaren schmalen Rinne ist demnach, wie uns die Schnitte belehrt haben, nicht mehr Primitivrinne, in ihm haben sich schon die Primitivorgane aus dem Primitivblastem vollständig differenziert, hier vollzieht sich jetzt der Übergang in die Medullarrinne. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser Abschnitt der ehemaligen Verbindungsfurche entspricht, mithin noch die ursprüngliche Lage der Urmundöffnung bezeichnet. Alsdann folgen in der Serie drei Schnitte, in welchen zwar das hohe Ektodermepithel scharf abgesetzt ist und auch das Entoderm unterschieden werden kann; zwischen beiden liegt aber eine unter der Rinne verdünnte Lage von indifferentem Zellgewebe, in welchem die Spaltung in Chorda und Mesoblastplatten noch nicht erfolgt ist. Dies ist die Übergangszone. Textfig. 42c gibt den mittelsten der drei Schnitte wieder. Erst dann schliesst sich die eigentliche Primitivrinne an, in welcher sich das Ektoderm breit mit dem schnell dicker werdenden, indifferenten Gewebe ohne jede Grenze in Verbindung setzt. Textfig. 42d. Anfangs lässt sich das Entoderm noch abgrenzen, wird dann aber undeutlich. Diese eigentliche Primitivrinne erstreckt sich durch 5 Schnitte. Die Zellenmasse unter und neben ihr, in welche die stark verdickten, an der Oberfläche höckerartig etwas hervortretenden Ektodermwülste sich gewissermassen ergiessen, beginnt, sich bis gegen das Entoderm hin dichter zusammenzulagern und infolgedessen etwas intensiver zu färben. Vorn ist die Primitivrinne tief, spaltartig (Textfig. 42d), wird dann aber flacher, schliesslich so sehr, dass sie ganz an die Oberfläche tritt. Hier am hinteren Ende der Primitivrinne, am Beginn ihrer Gabelung, liegt nun wieder eine kleine, mit Detritus bedeckte Zellenerhebung, die wieder aussieht, als wäre sie in Abstossung begriffen. Textfig. 42e. In den folgenden Schnitten, die durch die beiden Gabeläste des Flächenbildes mit dem keilförmigen Körper dazwischen führen, schliesst sich an den kleinen Zellenknopf ein medianer, nach hinten hin immer breiter werdender Ektoblastemhöcker unmittelbar an (Textfig. 42f), von welchem sich jederseits in einer Furche die mit Epithelstreifung versehenen Epithelwülste absetzen. Erst ganz hinten (Textfig. 42g) erscheint die Oberfläche gleichmässig eben. Wir erkennen in diesen Schnittbildern sofort die beiden uns von früher bekannten Grenzfurchen, in welchen die Epithelwülste vorwachsen, um sich am hinteren Ende der Primitivrinne unter Abstossung einer Partie des dazwischen gelegenen Ektoblastems zu vereinigen und die Primitivrinne zu regenerieren. Der dreieckige Höcker zwischen den beiden Gabelästen, welchen ich Zwischenhöcker nennen will, entspricht demnach dem interlabialen Ektoblastem der primären Metastomrinne; die sekundäre Metastomrinne war in diesem Präparat vollständig verstrichen.

Der von der Primitivrinne und dem Primitivhöcker ausgehende, nach vorn gerichtete Wachstumsvorgang des embryonalen Körpers lässt sich mithin an dieser Serie in klarster Weise darlegen: am vorderen Ende der Primitivrinne differenzieren sich beständig aus dem Primitivblastem des Primitivstreifs die Primitivorgane, während sich am hinteren Ende der Primitivrinne die Epithelwülste zusammenschliessen und dadurch von neuem Primitivblastem bilden. Die Primitivrinne selbst wächst also nach hinten hin.

Ähnliche Resultate ergaben die Serien der Fig. 118—120 und 126, nur war die Primitivrinne hier nicht ganz so tief. In Fig. 118 erschien im mikroskopischen Bilde der eine einer Grenzfurche entsprechende Gabelast spaltartig vertieft und etwas schräg; auch die Primitivrinne hatte in ihrem hinteren Teile einen schräg zur Oberfläche gerichteten Verlauf.

Die Herkunft der medianen, oben als Zwischenhöcker bezeichneten Ektoblastemmasse ist nicht in allen Präparaten genau die gleiche. Es hängt das ab von der verschiedenen Zusammensetzung und Gestaltung der Metastomrinne. In Fig. 127 der Taf. VI sehen wir einen abweichenden Befund, den ich in bei weitem der Minderzahl erhielt. Der Zwischenhöcker ist hier sehr schmal und unansehnlich und erhebt sich aus einer schmalen Rinne, welche von zwei seitlichen, flachen Erhebungen begrenzt wird, die noch ganz das Aussehen von Metastomlippen bewahrt haben. Vgl. z. B. Fig. 113. Fig. 135 gibt ein ähnliches, wenn auch nicht so deutliches Bild. Die ganze interessante Bildung erinnert auch in den Serienschnitten ausserordentlich an die mit Leiste versehenen Metastomrinnen, welche ich in den Fig. 111 bis 114 auf Taf. V beschrieben habe; Textfig. 46g auf S. 163 ist ein Querschnitt durch das hintere Ende des Embryos der Fig. 127 und gleicht in allem wesentlichen dem in Textfig. 33h abgebildeten Querschnitt durch dieselbe Gegend der Fig. 114. Offenbar sind Fig. 127 und 135 aus diesen Formen hervorgegangen, in ihnen haben sich noch die primären Verhältnisse dieser Metastomrinne erhalten, es ist gewissermassen ihr hinterster Abschnitt übrig geblieben. Der Zwischenhöcker ist mithin in Fig. 127 und 135 das hinterste, erhalten gebliebene Ende der ursprünglichen Metastomleiste; in der Schnittserie durch Fig. 114 konnte ja auch sein direkter Zusammenhang mit der Leiste nachgewiesen werden.

In bei weitem der Mehrzahl der Fälle bildet sich indessen der Zwischenhöcker aus dem zwischen den Grenzfurchen befindlichen medianen Ektoblastem hervor, indem bei der Verwachsung der Lippen und dem Dickerwerden des indifferenten Gewebes die sekundäre Metastomrinne meist völlig zum Verstreichen gebracht wird.

Schliesslich habe ich Grund zu der Annahme, dass, wenn bei einem Embryo Grenzfurchen und Metastomleiste nicht zur Ausbildung kommen, vielmehr die Epithelwülste direkt in die Ektoblastemwülste übergehen, zwischen und hinter den letzteren ohne weiteres sich ein Zwischenhöcker erheben kann.

Mag die Herkunft des Zwischenhöckers im Einzelfalle sein, welche sie wolle, im Grunde sind diese Differenzen doch nur unwesentlich, da der Zwischenhöcker stets aus Ektoblastem (resp. Blastem) besteht und ein interlabiales Gebilde darstellt.

Die nächsten Veränderungen, welche sich in dieser Gegend abspielen, gehen von den Medullarwülsten und der Medullarrinne aus, welche in den nun folgenden Stadien mehr und mehr zur Ausbildung kommen. Vgl. Fig. 127—133 der Taf. VI. Die hinteren Enden der beiden Medullarwülste wachsen nämlich unter zunehmender Divergenz und unter dadurch bedingter Verbreiterung des von ihnen umschlossenen Bodens der Medullarrinne nach hinten und dringen bis an das hintere Ende der Primitivrinne, dort wo die Gabeläste sich abzweigen, vor, um hier später zur Vereinigung zu kommen. Dadurch wird ein längliches, verbreitertes, hinten abgerundetes, etwa spatel- oder auch herzförmiges Feld abgegrenzt, welches in seiner Medianlinie die Primitivrinne führt. Ich will es als Neuroprimitivfeld oder Neuroprimitivplatte bezeichnen.

Schon bei ihrer ersten Anlage zeigen die hinteren Enden der Medullarwülste eine leichte Divergenz (vgl. Fig. 118 und 121), welche dann zunimmt, Fig. 120 und 126.

Bei diesem Umwachsungsprozess wird also die ganze Primitivrinne in den Boden des hintersten Teiles der sich bildenden Medullarrinne verlegt. Dabei erfahren die die Primitivrinne begrenzenden lippenartigen Ränder durch die vorwachsenden Medullarwülste lateralwärts und nach hinten eine sehr bestimmte Abgrenzung und erheben sich bald in Gestalt zweier meist deutlich hervortretender Höcker, der Primitivlippenhöcker. Lateralwärts und besonders nach hinten von den Medullarwülsten bleibt

von der ursprünglichen Metastomlippensubstanz noch ein Rest übrig, welcher medialwärts an den Medullarwulst und die Grenzfurche resp. den Zwischenhöcker stösst, lateralwärts sich aber abflacht und bald verliert. Dieses Stück entspricht jederseits dem vorwachsenden Epithelwulst der ehemaligen Metastomlippe und erscheint im Flächenbilde auch leicht gewulstet. Ich will es als Nebenhöcker bezeichnen.

Wir erhalten mithin eine eigenartige Gruppierung von 5 deutlichen Höckern. Textfig. 43 zeigt einen typischen Fall, wie ich ihn mehrmals beobachtete. Am hintern Ende des (knapp 2 mm langen) Embryos ragen 5 Höcker plastisch hervor. Am meisten nach vorn liegen neben der deutlichen, spaltförmigen Primitivrinne die beiden ein wenig länglichen Primitivlippenhöcker. Nach aussen werden sie begrenzt durch die schon weit nach hinten vorgedrungenen Medullarwülste und dadurch dem Innenraum der verbreiterten Medullarrinne zuerteilt. Hinter ihnen ragt in der Mittellinie der unpaare Zwischenhöcker vor. Von ihm durch die Grenzfurche getrennt, befindet sich jederseits der Nebenhöcker.



Textfig. 43.
Oberflächenansicht eines Embryos mit ausgebildeter, noch überall offener Medullarrinne, welche sich hinten in dem Neuroprimitivfelde verbreitert. Am hinteren Ende des Embryos die fünf Höcker: vorn im Neuroprimitivfelde die beiden Primitivlippenhöcker, welche die Primitivrinne zwischen sich fassen; hinten die beiden Nebenhöcker mit dem Zwischenhöcker dazwischen; zwischen Nebenhöcker und Zwischenhöcker jederseits die Grenzfurche. Vergrösserung 35.

Wenn wir mit diesem Typus die Abbildungen auf Taf. V und VI vergleichen, so finden wir, dass in diesen Stadien Zwischen- und Nebenhöcker stets deutlich in die Erscheinung treten, weniger konstant dagegen die Primitivlippenhöcker.

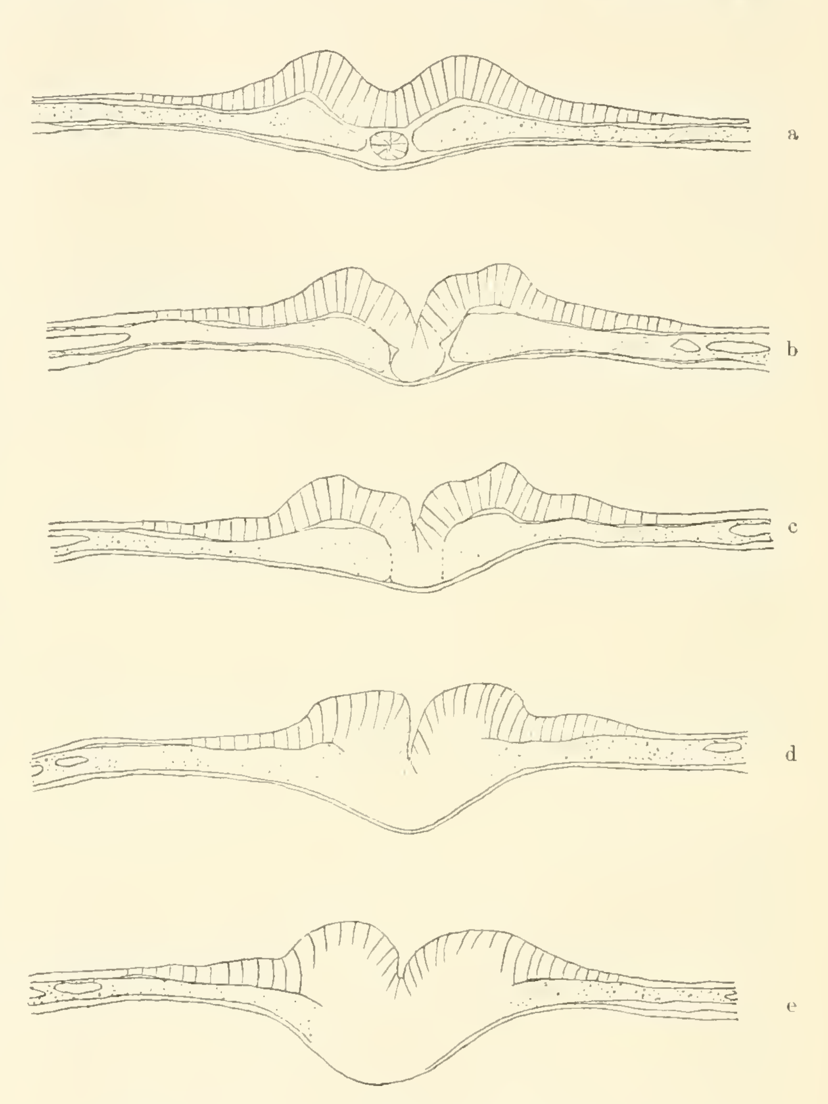
Sehr klar lagen die Verhältnisse in den Präparaten der Fig. 131 und 132, welche 2 aufeinanderfolgende Stadien darstellen. In Fig. 131 beginnen die Medullarwülste nach hinten hin unter Divergenz vorzudringen, die gegabelte Primitivrinne ist sehr deutlich, die ganze Gegend besitzt eine grosse Plastik. In der weiterentwickelten Fig. 132 ist durch die Medullarwülste das Neuroprimitivfeld abgetrennt. Man erkennt, dass das längliche Feld, welches in der Fig. 131 neben der Primitivrinne und ihrem Gabelast jederseits gelegen ist, durch die Erhebung der Medullarleiste in zwei Abschnitte zerlegt wird, deren vorderer den Primitivlippenhöcker, deren hinterer den Nebenhöcker bildet.

Der Fig. 131 stehen die Fig. 120, 128—130, und 133 nahe, der Fig. 132 die Fig. 121 und 126. In Fig. 120 war die ganze Gegend merkwürdig flach, eine Höckerbildung kaum angedeutet. Um so deutlicher, fast plump zu nennen, wurde ihre Plastik dagegen in Fig. 130. In den Präparaten der Fig. 128, 129 und 133 war das Bild der Höcker nicht sehr bestimmt, die Einzelheiten liessen sich aber auch hier bei näherer Untersuchung, besonders auch im Schnittbilde, feststellen. Die vordere winkelige Verbreiterung entspricht der Divergenz der nach hinten vorwachsenden Medullarwülste; davon geht nach hinten die Primitivrinne als mediane Linie ab, deren Gabeläste hinten in Fig. 128 besonders stark von einander abweichen und einen sehr breiten Zwischenhöcker zwischen sich fassen. In Fig. 133 ist nur erst auf der rechten Seite das Neuroprimitivfeld abgegrenzt; links ist die Differenzierung in Primitivlippen- und Nebenhöcker noch nicht eingetreten. Die kleine Erhebung, welche sich in dieser Figur ausserdem noch rechts unten von dem Nebenhöcker abgetrennt hat, ist unwesentlich und hat weiter keine Bedeutung, wie das Studium der Serien ergab.

Auf dieser Entwickelungsstufe kommt die erste Anlage von Somiten zur Beobachtung: die Embryonen der Fig. 128, 129 und 132 liessen in den Serien je ein Paar erkennen, während Fig. 126, 127, 130, 131, 133 und 134 noch keine besassen.

Die Querschnittsbilder der Fig. 44a—i auf S. 160 und 161 sind der Serie durch den Embryo der Fig. 131 entnommen. Fig. 44a liegt vor den divergierenden Medullarwülsten und besitzt eine breite Medullarfurche, begrenzt von zwei abgerundeten Medullarwülsten, ferner Chorda, Mesoblastplatten und Entoderm, alles gut von einander differenziert.

Der Schnitt der Textfig. 44b ist dahinter durch den Anfangsteil der divergierenden Medullarwülste und die Übergangszone der Medullarrinne in die Primitivrinne gegangen. Mesoblastplatten und Entoderm sind schon deutlich abgesetzt. Dagegen hängt die Chorda noch mit dem Medullarepithel zusammen und ist im Begriff, sich davon abzuschnüren. Textfig. 44c ist der zweitnächste Schnitt. Wie in der vorigen Fig. b, ragt auf jeder Seite der Querschnitt durch den Medullarwulst neben dem Primitivlippenhöcker als kleiner Vorsprung an der Oberfläche hervor. Der Medullarwulst geht in diesem Präparat also nicht direkt in den Primitivlippenhöcker über. Der Zusammenhang der Chordaanlage mit dem Ektoderm ist noch breiter als vorher; ihre Grenze gegen den Mesoblast wird auf beiden Seiten undeutlich (in der Textfigur daher durch Punkte bezeichnet). Die Abgrenzung des Ektoderms von dem Mesoblast ist noch scharf, wird in den nächsten Schnitten aber undeutlich, wir nähern uns dem Primitivblastem. Das letztere zeigt drei Schnitte weiter nach hinten Textfig. 44d in voller Entfaltung; an der Oberfläche ist kein ektodermatisches Epithel mehr differenziert, sondern nur eine Epithelstreifung vorhanden. Die Primitivrinne hat jetzt ihre grösste Tiefe erreicht und erscheint als schmaler Spalt. Ihre Lippen springen in Form gewulsteter Höcker vor, ihr dickes Epithel geht medianwärts breit in das Primitivblastem über. Die Medullarwülste sind noch nicht bis hierher vorgedrungen (vgl. das Flächenbild der Fig. 131), es fehlen daher die bei b und c sichtbaren lateralen Vorsprünge.

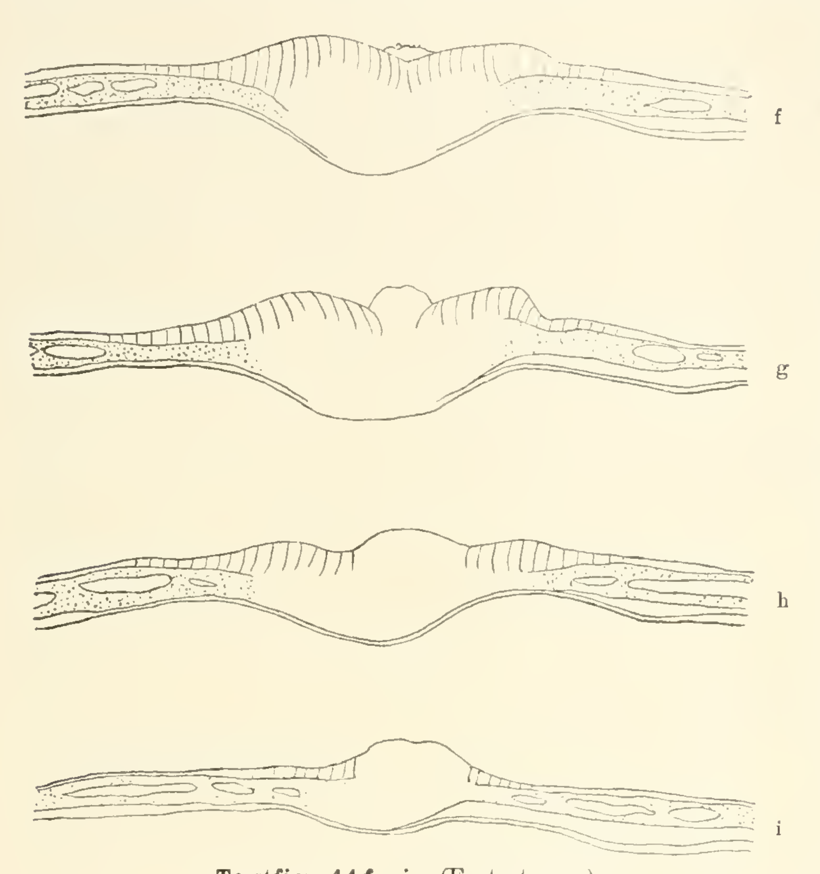


Textfig. 44 a—e. (S. Fortsetzung auf nächster Seite.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 131 auf Taf. VI. Querschnitte durch den Embryo vor der Primitivrinne, a, im Bereich derselben, b—e.

Die Entstehungsart der Chorda ist mithin eine andere geworden, als sie in der Querschnittserie der Textfig. 42 für den Embryo der Fig. 121 von mir geschildert worden ist. Während sie sich dort aus dem vom Ektoderm getrennten indifferenten Gewebe abspaltete, entsteht sie hier direkt aus dem Ektoderm, nach Abspaltung der Mesoblastplatten. Im Grunde sind aber beide Vorgänge identisch, da

ihr ursprünglicher Entstehungsort im Primitivblastem liegt, welches die Matrix für die nach vorn vorwachsenden Primitivorgane bildet; nur die Zeitfolge ihrer Abspaltung hat sich verschoben. Während sich in Fig. 42 zuerst das Ektoderm vollständig frei machte, bleibt es in Fig. 44 am längsten in Verbindung mit der Chordaanlage, und spaltet sich zuvor der Mesoblast völlig davon ab.

Der letztere Modus des Chordawachstums wird von jetzt ab der herrschende, er bildet die erste Einleitung zur Entstehung des neurenterischen Kanals; doch wird gelegentlich in der nächsten Zeit auch noch das andere Verhalten angetroffen. Vgl. Textfig. 47b auf S. 165. Es sei noch erwähnt, dass ich bei einigen Embryonen unter der mit dem Medullarepithel zusammenhängenden Chordaanlage noch eine schmale Zone indifferenten Gewebes antraf, welche in dem nächsten Schnitt davor in die beiden Mesoblastplatten auseinander wich.



Textfig. 44f—i. (Fortsetzung.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 131 auf Taf. VI. Querschnitt durch den Embryo im Bereich der Primitivrinne, f, und hinter ihr (Metastomrinne), g—i.

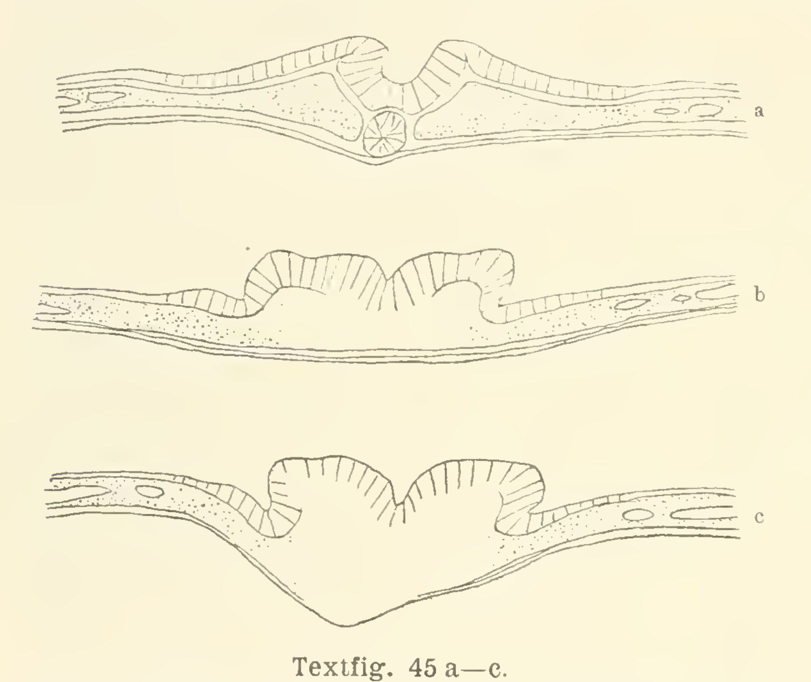
In den folgenden Schnitten der Serie der Textfig. 44 verflacht und verbreitert sich die Primitivrinne nun sehr bald (Textfig. 44e auf Seite 160) und hört schliesslich ganz auf. An ihrem Ende, d. i. an der Ursprungsstelle der beiden Gabeläste des Flächenbildes, lag im Schnitte wieder ein geringer Zelldetritus. Textfig. 44f auf dieser Seite. An Stelle des letzteren erscheint dann im nächsten Schnitt der Anfang des Zwischenhöckers als kleiner Ektoblastemhügel, der dann in den späteren Schnitten (Textfig. 44g und h) an Grösse zunimmt. Seitlich davon sehen wir die Querschnitte der künftigen Nebenhöcker, welche sich durch ihre deutliche Epithelstreifung auszeichnen und sich dadurch von dem Ektoblastem des Zwischenhöckers unterscheiden. Die Grenzfurchen entsprechen wieder den Gabelästen des Flächenbildes. Wir stellen fest, wenn wir diese Figur mit den Fig. 42e und f vergleichen, dass sich die früheren Verhältnisse hinter der Primitivrinne noch ziemlich unverändert erhalten haben.

Textfig. 44i gibt schliesslich noch einen Querschnitt durch den hintersten Abschnitt des Zwischenhöckers, der nur noch allein als kleiner Hügel hervortritt. An seiner Oberfläche fand ich eine ganz minimale, flache Furche, wie auch noch in einigen andern Präparaten. Ich bin geneigt, diese im übrigen ganz unbedeutende, mediane Furche als letzten Rest der sekundären Metastomrinne anzusehen, der sich ausnahmsweise in Andeutungen erhält. Die primäre Metastomrinne persistiert dagegen; sie wird von den Grenzfurchen eingeschlossen und von dem interlabialen Zwischenhöcker ausgefüllt.

Die Textfig. 45a—c auf nächster Seite gehören der Querschnittserie durch den etwas weiter ent-

wickelten Embryo der Fig. 132 an. Fig. 45a entspricht der Gegend vor dem Neuroprimitivfeld und zeigt alle Primitivorgane, Medullarrohr, Chorda, Mesoblastplatten und auch das Entoderm völlig gesondert. Fig. 45b geht etwa durch die Mitte des Neuroprimitivfeldes, welches als erhabene Platte aus der Fläche hervortritt. Die beiden seitlichen Kanten springen etwas vor und liefern die Fortsetzung der Medullarwülste. Die Primitivrinne ist äusserst flach geworden, die Primitivlippenhöcker erscheinen nur gerade angedeutet. Unter der Primitivrinne liegt das Primitivblastem, in welchem Chorda und Mesoblastplatten noch nicht zur Differenzierung gekommen sind: seitlich davon hat sich dagegen das Medullarepithel schon abgesetzt. Auch nach hinten hin wird die Primitivrinne nur wenig tiefer (Textfig. 45c), um dann ganz aufzuhören. Die Schnitte hinter und auch vor ihr glichen in allem Wesentlichen denen der Textfig. 44.

Wenn man diese in den Textfig. 44 und 45 zur Darstellung gebrachten Befunde an den beiden aufeinanderfolgenden Stadien der Fig. 131 und 132 vergleicht, so fällt sofort die Differenz in der Tiefe der Primitivrinne auf. In dem früheren Stadium der Fig. 131, in welchem die Neuroprimitivplatte noch nicht abgegrenzt ist, erscheint die Primitivrinne sehr tief, ihre Lippenhöcker stark konvex. In Fig. 132 dagegen sind Primitivrinne und Lippenhöcker ganz flach, während sich die Neuroprimitivplatte erhoben hat und von den beiden Medullarwülsten flankiert wird. Noch bemerkbarer wird der Kontrast, wenn man zum Vergleich auch die Bilder der Querschnittserien durch den etwas jüngeren Embryo der Fig. 121 in Textfig. 42b—e auf Seite 156 heranzieht, in welchen der vordere Abschnitt der Primitivrinne eine beträchtliche Tiefe aufweist. Auch in den späteren Stadien gewinnt die Primitivrinne nicht wieder an Tiefe, wird vielmehr bis zum Erscheinen des neurenterischen Kanals immer flacher und unansehnlicher, sodass sich der Grund der Neuroprimitivplatte mehr und mehr ebnet. Diese Erscheinung steht mit der Ausbildung der Neuroprimitivplatte unzweifelhaft in ursächlichem Zusammenhang. Ich gewinne den Eindruck, dass die zuerst tiefe Primitivrinne sich nach den Seiten gewissermassen aufklappt und dadurch abflacht. Die einander ursprünglich zugewandten Flächen des Rinnenspaltes werden dadurch an die Oberfläche der Neuroprimitivplatte verlegt. Durch diesen Prozess wird, wie mir scheint, die Verbreiterung der Neuroprimitivplatte erzeugt und hauptsächlich das Material für das Vorwachsen der Medullarwülste an ihren Rändern geliefert.

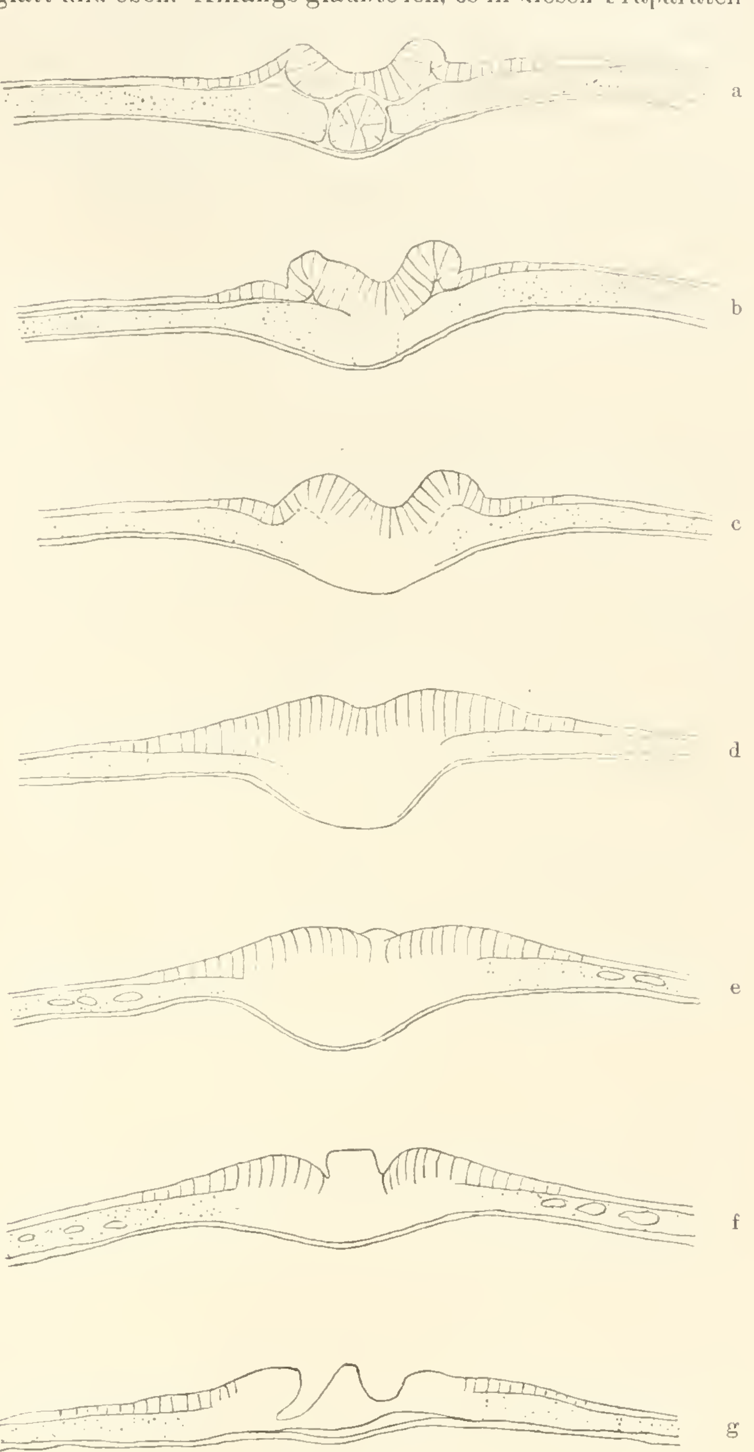


Textfig. 45 a—c.
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 132 auf Taf. VI. Querschnitte durch den Embryo vor der Neuroprimitivplatte, a, und im Bereiche derselben, b und c.

Ähnliche Befunde, wie Fig. 131 und 132, ergaben die meisten übrigen diesen Stadien nahestehenden Embryonen, z. B. Fig. 128, 129, 130, 133, aber nicht alle.

In manchen Fällen war im Grunde der bereits abgegrenzten Neuroprimitivplatte keine Andeutung der

Primitivrinne und ihrer Lippenhöcker zu erkennen, wie z. B. die Flächenbilder der Fig. 127 und 135 zeigen; wir sehen hier den Grund der Neuroprimitivplatte ganz glatt und eben. Anfangs glaubte ich, es in diesen Präparaten mit degenerierenden, in der Ernährung gestörten Embryonen zu tun zu haben. Ich hatte nämlich beobachtet, dass an Embryonen, welche einige Zeit auf lädierten Eiern gesessen hatten und im Absterben begriffen waren, die gleiche Erscheinung eintrat. Solche Embryonen, von welchen die Fig. 140—142 drei Beispiele vorführen, zeigten aber noch andere Degenerationserscheinungen, z. B. Schwund der Nebenhöcker und des Zwischenhöckers und Verbiegungen des Medullarrohres, vor allem aber in den Schnitten ein Fehlen oder doch sehr spärliches Vorkommen normaler Mitosen. Alle diese Merkmale der Degeneration fehlten aber den Embryonen der Fig. 127 und 135 und andern ähnlichen; auch sassen sie auf ganz normalen, unverletzten Eiern und führten in den Geweben dieselbe grosse Zahl von Mitosen, wie die gewöhnlichen Embryonen. Es liegt daher kein Grund vor, sie für abnorm zu halten. Das anscheinende Fehlen der Primitivrinne erklärt sich entweder dadurch, dass an ihnen von vornherein die Primitivrinne nur klein war und bereits durch den oben geschilderten Aufklappungsprozess verstrichen ist, oder dass sie schon in früheren Stadien eine sehr breite muldenartige Form besass und diese Form bewahrt hat. Solche Embryonen mit breit muldenartiger Primitivrinne habe ich oben ja beschrieben, vgl. das Flächenbild der Textfig. 38 auf S. 151. Die Untersuchung der Serien ergab, dass fast die ganze Innenfläche der Neuroprimitivplatte in diesen Fällen der Primitivrinne entsprach. Vgl. die nebenstehende Textfig. 46 a—g, welche Querschnitte durch den hinteren Teil des Embryonalkörpers der Fig. 127 darstellt. Textfig. 46 a zeigt die bereits erfolgte Differenzierung der Primitivorgane vor der Primitivrinne. Die Chorda ist voluminös und von rundlichem Querschnitt. Die drei Schnitte der Fig. 46 b—d sind vorn, in der Mitte und hinten



Textfig. 46 a—g.
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 127 auf Taf. VI. Querschnitte durch den Embryo vor der Neuroprimitivplatte, a, im Bereich der Neuroprimitivplatte und der Primitivrinne, b—d, und hinter ihr (Metastomrinne), e—g.

durch die Verbreiterung der Neuroprimitivplatte gegangen. Eine spaltförmige Primitivrinne ist nicht vorhanden; statt ihrer finden wir eine breite und flache Vertiefung, deren grösserer, mittlerer Teil die Primitivrinne repräsentiert. Eine Erläuterung der darauffolgenden Querschnittsbilder der Textfig. 46 ist überflüssig, da sie nach obigem an sich verständlich sind. Vgl. auch Seite 158.

Im weiteren Verlauf der Entwickelung erheben sich die Medullarwülste der Neuroprimitivplatte mehr und mehr, stossen in der Mittellinie zusammen und verwachsen schliesslich von vorn nach hinten hin. So entsteht hier hinten eine plastisch sehr hervortretende, etwa birnförmige Verbreiterung des Medullarrohres. Fig. 136—139 der Taf. VI, die Figuren der Taf. VII. Am hintersten Ende tritt die Verwachsung am spätesten ein. Hier findet sich daher noch lange eine Öffnung, welche im Flächenbilde meist als kleiner, feiner Längsspalt erscheint. Fig. 136—139, 149, 150, 153, 154, 157, 159. In Fig. 161 ist sie ein kleines Loch. Nicht selten erhält sich hier aber auch noch längere Zeit eine breite, klaffende Öffnung, Fig. 151, 152 (hier asymmetrisch), 155, 156, 162, während in gleichaltrigen Stadien auch schon ein völliger Verschluss eingetreten sein kann, z. B. in Fig. 158, 160 und 163.

Hinter der Endverbreiterung des Medullarrohres treffen wir nun in der Mehrzahl der Embryonen im Flächenbilde noch lange Zeit die drei Höcker, nämlich die beiden den epithelialen Seitenlippen entsprechenden Nebenhöcker mit dem interlabialen Zwischenhöcker, an. Sie liegen ganz frei, treten deutlich hervor und sind in ihrer charakteristischen kleeblattartigen Anordnung eine sehr auffällige Bildung. Vgl. Fig. 136—138 auf Taf. VI und Fig. 149, 150, 153, 154, 157, 159, 161, 162 und 163 der Taf. VII. Gewöhnlich sind es im Flächenbilde breite, dreieckige bis fast rundliche Erhebungen; in Fig. 153 ist der Zwischenhöcker besonders lang. In einigen wenigen Fällen sah ich in der Mittellinie des Zwischenhöckers eine ganz flache, schwer wahrnehmbare Furche von vorn nach hinten ziehen, wohl die letzte Andeutung der früheren sekundären Metastomrinne. Fig. 136 und 149; mit der Primitivrinne hat diese Furche nichts zu schaffen. Gelegentlich einmal im Flächenbild zur Beobachtung kommende seitliche Höckerchen, wie in Fig. 137 links, haben keine Bedeutung.

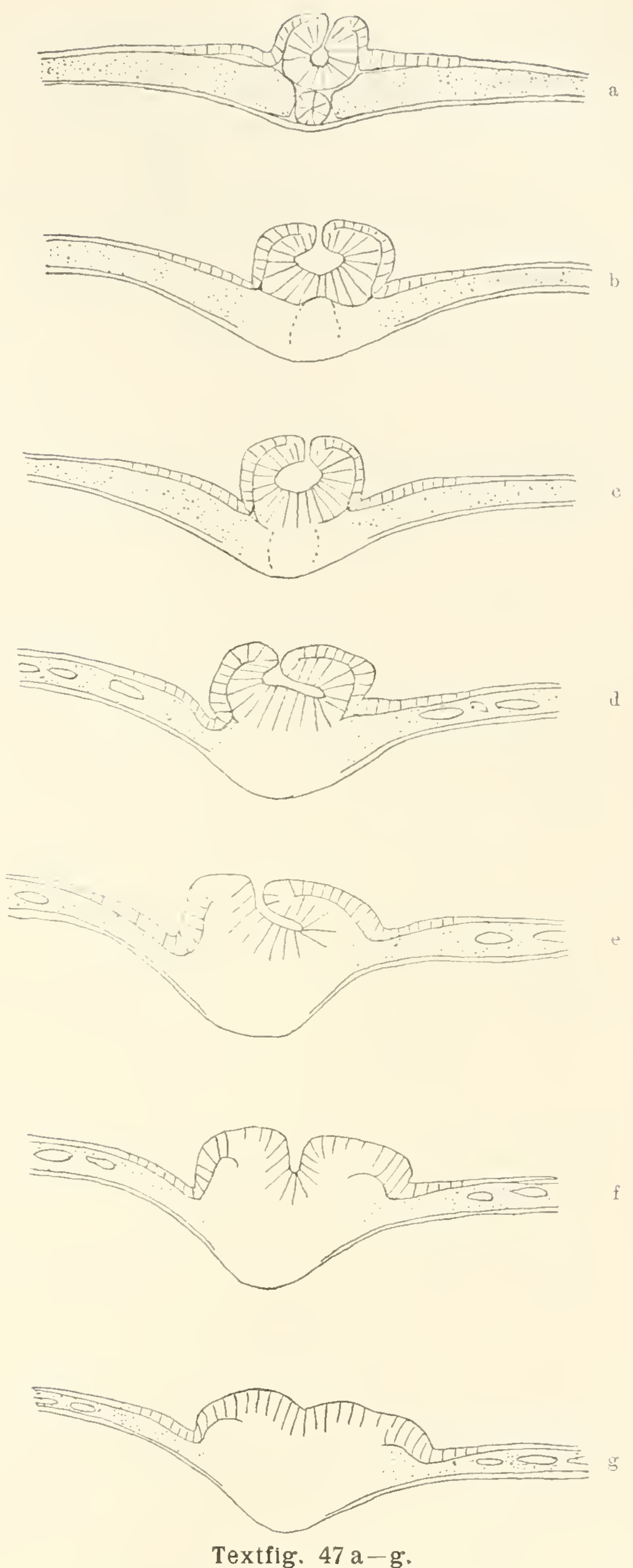
Wenn man die Höcker in den Flächenbildern der Tafeln bis in die späteren Embryonalstadien verfolgt, so kann man feststellen, dass sie um so unansehnlicher und kleiner werden, je älter die Embryonen sind. Vgl. z. B. Fig. 161 und 163 auf Taf. VII mit Fig. 138 und 139 der Taf. VI. Häufig schwinden sogar die Nebenhöcker im Flächenbilde ganz. Fig. 151, 152, 155, 156, 158, 160, 164; in Fig. 157 ist nur der rechte Nebenhöcker deutlich abgesetzt. Der Zwischenhöcker dagegen bleibt stets erhalten, wenn auch plastisch oft wenig hervortretend. Sind die Grenzfurchen verschwunden und die Nebenhöcker als solche im Flächenbilde nicht sichtbar, so werden die letzteren im Schnittbilde durch die deutliche Epithelstreifung gekennzeichnet. Schliesslich werden die Höcker im Flächenbilde durch Erhebung der Schwanzfalte des Amnios ganz unsichtbar gemacht.

In den sich erhebenden Medullarwülsten am Rande der Neuroprimitivplatte ist das Medullarepithel von der Epidermis bereits scharf abgesetzt; beide gehen, bevor die Verwachsung der Medullarwülste eintritt, am freien Rande kontinuierlich ineinander über. Im Boden der Neuroprimitivplatte ist in der Mitte und hinten dagegen das Medullarepithel noch nicht differenziert; hier liegt noch reines Primitivblastem vor. Im übrigen hat sich dieser Boden abgeflacht und beginnt, sich entsprechend der Höhlung des Medullarrohres auszurunden. Eine lineare Primitivrinneneinsenkung ist nicht mehr in die Augen fallend. Nur ganz hinten, im hintersten, am längsten offen bleibenden Teil der Neuroprimitiv-

platte und etwas darüber hinaus, erhält sich noch eine immer unansehnlicher werdende Primitivrinne; sie persistiert hier noch eine Zeit lang als ganz minimale, von Primitivblastem begrenzte Kerbe, selbst dann, wenn sich das Medullarrohr fast ganz geschlossen hat. Das Lumen des Medullarrohres geht hier direkt in den Primitivrinnenspalt über, ebenso wie sich die Medullarwülste jetzt kontinuierlich in die Primitivlippenhöcker fortsetzen. Endlich nach vollendetem Schluss des Medullarrohres verschwindet die Primitivrinne ganz. Das gilt für die älteren Embryonen der Fig. 167—169. Dann ist der Keimprozess der Primitivorgane ganz und gar in das Innere des Keimgewebes verlegt, eine äusserlich sichtbare Primitivrinne besteht nicht mehr.

Die Querschnitte der Textfig. 47 sind der Serie durch den Embryo der Fig. 138, welcher schon jederseits drei Somiten besass, entnommen. Fig. 47 a stammt aus der Gegend vor der Neuroprimitivplatte; die Primitivorgane sind alle differenziert, die Medullarwülste legen sich zum Verschluss aneinander. Textfig. 47 b ist durch den vordersten Teil der birnförmigen Erhebung der Neuroprimitivplatte gegangen. Das Medullarrohr ist fast geschlossen, sein Epithel rings herum, auch unten, scharf abgesetzt; dagegen hat sich die Chorda von den Mesoblastplatten noch nicht differenziert, auch das Entoderm lässt sich kaum abgrenzen. Hiervon unterscheidet sich der nächstfolgende Schnitt (Textfig. 47 c) nur dadurch, dass die Chorda mit dem Medullarepithel verschmolzen ist: das Primitivblastem beginnt.

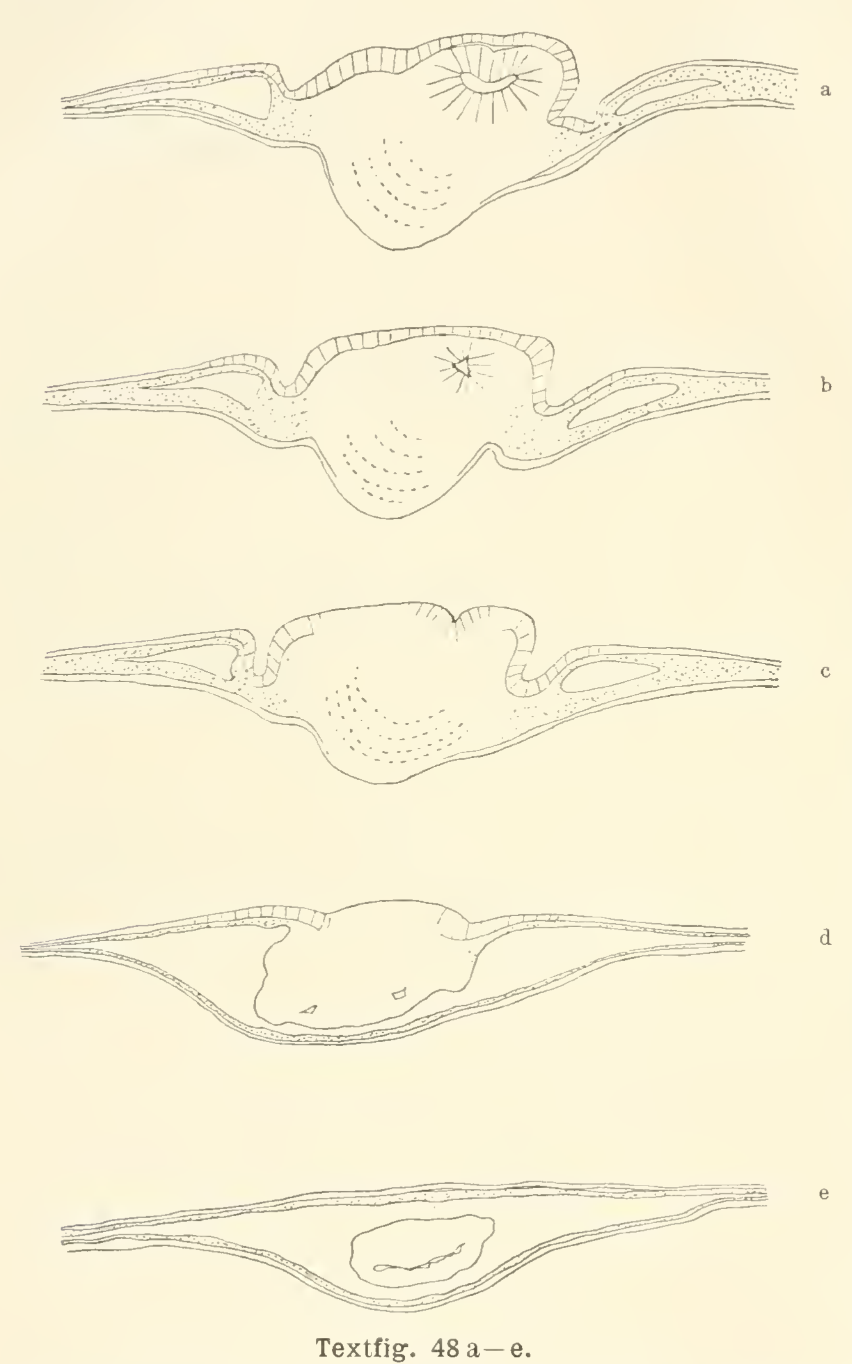
Textfig. 47 d entspricht dem mittleren Teile der Neuroprimitivplatte, Textfig. 47 e dem hinteren. Eine Primitivrinne als solche fehlt, sie ist vollständig in der Neuroprimitivplatte und den seitlich davon sich erhebenden Medullarwülsten aufgegangen, welche letzteren die Zusammensetzung aus Epidermis und Medullarepithel deutlich erkennen lassen. Erst ganz hinten tritt die einfache Primitivrinne in nur wenigen Schnitten (Textfig. 47 f) als schmale Spalte



Textfig. 47 a—g.

Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 138 auf Taf. VI. Querschnitte durch den hinteren Teil des Embryos vor der Neuroprimitivplatte, a, und im Bereich derselben, b—e; in f und g einfache Primitivrinne.

wieder auf; nach vorn flacht sich die Spalte direkt in den Boden der Neuroprimitivplatte ab; hinten geht sie in eine kleine Einkerbung über. Textfig. 47g. Die auf g folgenden Querschnittsbilder waren wieder den Textfig. 44f—h ähnlich und zeigten nichts Besonderes.



Textfig. 48 a—e.

Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 160 auf Taf. VII. Querschnitte durch den hintersten Teil des geschlossenen Medullarrohres mit der Neuroprimitivplatte und dem Primitivhöcker (a und b), die Primitivrinne (c) und den Zwischenhöcker mit der Allantoisanlage (d); die letztere ist durch Spaltung des Mesoblastes in d unten und in e ringsherum isoliert.

Die 5 Querschnitte der Textfig. 48a bis e gehören der Serie durch das etwas ältere Stadium der Fig. 160 auf Taf. VII an, in welchem 8 Somitenpaare gezählt wurden, und der Verschluss des Medullarrohres bis auf die Gehirnanlage im Flächenbilde schon vollendet schien; die Nebenhöcker waren nicht mehr deutlich. Die Schnitte gehen durch den hinteren Teil der Neuroprimitivverbreiterung. Die Schnitte davor gleichen der Textfig. 47a—c des früheren Stadiums. Auch Textfig. 48a ist der Textfig. 47d ähnlich. Nur das Medullarrohr ist in Fig. 48a und den davor gelegenen Querschnitten der Serie schon vollständig geschlossen. Der Boden des Medullarrohres wird wieder von Primitivblastem gebildet. Von dem Schnitt der Textfig. 48a ab verjüngt sich nun das Lumen des Medullarrohres nach hinten hin schnell. Textfig. 48b ist 3 Schnitte hinter 48a gefallen: das Lumen des Medullarrohres ist sehr klein, aber nach oben noch völlig geschlossen. Textfig. 48c stellt den zweitnächsten Schnitt dar. Das Lumen des Rohres hat sich an der Oberfläche frei geöffnet und führt über in eine echte Primitivrinne, die aber sehr klein und flach ist und sich nur noch auf 3 Schnitte dahinter ausdehnt. Dann folgt der Zwischenhöcker mit glatter Oberfläche. Textfig. 48d.

Ganz ähnliche Befunde zeigen schliesslich noch die in Textfig. 49 und 50 auf Seite 171 und 172 abgebildeten Serienbilder der Embryonen der Fig. 162 und 164 der Taf. VII. In Textfig. 49 ist das hintere Ende des Medullarrohres noch nicht geschlossen; sein Boden setzt sich direkt in eine kurze, flache Primitivrinne fort (vgl. Textfig. 49d und e), an welche sich der übrig ge-

bliebene Rest der Metastomrinne mit ihrem Zwischenhöcker und den Nebenhöckern anschliesst. Textfigur 49f.

An dem etwas weiter vorgeschrittenen Embryo der Fig. 164 (9 Somiten) war das Medullarrohr, wie in Textfig. 47, schon fast ganz geschlossen: nur ganz hinten öffnete es sich noch in einer minimalen Spalte, um in ein Primitivrinnenrudiment überzugehen. Vgl. Textfig. 50b und c. —

In den obigen Ausführungen wurden die Ausbildung und das Schicksal des Primitivhöckers noch nicht berücksichtigt und müssen jetzt besprochen werden.

Auf Seite 148 haben wir gesehen, dass der Primitivhöcker durch die Vereinigung und das Zusammenfliessen der Seitenhöcker entsteht, wie ein Blick auf die Textfig. 35b—f, 36b und 40a—c beweist. Bei der Verwachsung der Seitenlippen der Metastomrinne und der ersten Entstehung der Primitivrinne schieben sich die indifferenten Zellenmassen des unteren Abschnitts der Seitenlippen medianwärts vor und gehen unter beträchtlicher Zellvermehrung ineinander über, sodass die anfangs deutliche Rinne zwischen den Seitenhöckern an der Unterseite alsbald verstreicht. Textfig. 36b. Vgl. auch die Unterflächenbilder Fig. 144 und 145 auf Taf. VI. Hieraus resultiert an der Unterfläche des Embryos ein medianer, unpaarer Höcker, der anfangs noch niedrig ist, alsbald aber infolge reichlicher mitotischer Vermehrung seiner Elemente wächst und als fast halbkugeliger Hügel in die Erscheinung tritt, wie uns die Unterflächenbilder der Fig. 121a, 129a, 134 und 146 oben bereits gezeigt haben. Das ist der Primitivhöcker, auf seiner Oberfläche liegt die Primitivrinne und zwar anfangs auf seinem vorderen Teil, um später mehr nach hinten vorzurücken. Seine Unterfläche ist glatt, alle die oben besprochenen komplizierten Reliefverhältnisse an seiner Oberfläche finden an seiner Unterfläche auch nicht den geringsten Nachklang. Andererseits ist an der Oberfläche des Embryos von der Existenz des Primitivhöckers kaum etwas zu erkennen, im günstigsten Fall deutet ihn eine ganz flache, undurchsichtige, weissliche Erhebung dieser Gegend an. Vgl. z. B. die Oberflächenbilder der Fig. 118—121. Untersucht man tingierte und aufgehellte Flächenbilder mit schwacher Vergrösserung, so erscheint der Primitivhöcker als rundliche, dunkle Stelle, welche sich deutlich von den dahinter gelegenen, weniger dunkeln, weil dünneren, hinteren Teilen der Neben- und Zwischenhöcker abhebt.

Das Volumen des Primitivhöckers wird naturgemäss dort am mächtigsten, wo sich die intensivsten Wachstumsvorgänge abspielen: hier muss sich das meiste Zellenmaterial anhäufen, um die Differenzierungsvorgänge zu ermöglichen. Das ist unter dem hinteren Teile der Primitivrinne und dem vorderen Abschnitt des sich daran anschliessenden Restes der Metastomrinne der Fall, wie die Bilder aus den Querschnittserien der Textfig. 42d—f, 44d—g, 45c, 46c—e, 47d—g, 48a—c, 49c und f genügend illustrieren. Die grosse Zahl von Mitosen deutet auf die Intensität der Wucherungsvorgänge in dieser Gegend hin. Von diesen Stellen aus bilden sich ja die sich differenzierenden Primitivorgane nach vorn hin an, und wird das Längenwachstum des Embryos vermittelt, hier regeneriert sich die Primitivrinne beständig aus dem vorderen Abschnitt der Metastomrinne. Hier ist auch das Entoderm nicht abgrenzbar, oder doch nur mit grösster Mühe, wie in manchen Fällen, zu unterscheiden, während es davor und dahinter gewöhnlich deutlich differenziert ist.

Infolge der energischen Wachstumsvorgänge entsteht in dieser Region bald eine Verdichtung der Zellenmassen, sodass der mittlere Teil des Höckers von oben bis unten eine etwas intensivere Färbung annimmt und sich dadurch von dem mehr lockeren seitlichen und hinteren Teile des Höckers deutlich abhebt.

Da die Anbildung der Zellmassen vorn im Primitivhöcker statt hat, so nehmen die Zellenlagen innerhalb des verdichteten Teiles des Höckers, unter nach hinten gerichteter, konvexer Umbiegung, eine von der Oberfläche nach vorn strebende Anordnung an. Vgl. den Längsschnitt in Textfig. 55. Querschnitte durch diese Gegend zeigen daher eine deutliche, konzentrische Schichtung und erinnern etwas an Follikeldurchschnitte. In den Querschnittsbildern der Textfig. 48 a—c, 49 e und 50 c—e wurde die konzentrische Anordnung der Elemente durch Punktierung angedeutet.

Bei der Untersuchung der Primitivrinne ist oben festgestellt worden, dass vor dem Primitivhöcker ein dünner, kurzer Streifen Primitivblastem gefunden wird, in welchem die Differenzierung der Primitivorgane erfolgt; er wurde als Primitivstreifen bezeichnet. Vgl. Textfig. 44 b und c, 45 b, 46 b, 47 b und c.

Je grösser der Embryo wird, um so mehr nimmt der Primitivhöcker an Ausdehnung zu. Vgl. die Textfig. 42, 44—51. Er wächst zunächst nach unten hin vor und verursacht hier die oben beschriebene, halbkugelige Erhebung, welche anfangs im Unterflächenbilde sehr deutlich hervortritt. Die Kuppe dieses Höckers liegt nicht immer direkt unter der medianen Primitivrinne, sondern ist bisweilen etwas extramedian verschoben. Textfig. 45 c, 48 a—c. Später, nachdem sich die Schwanzdarmfalten angelegt haben, und die Ausbildung des Schwanzdarmes eingeleitet ist, wird der Höcker alsbald im Unterflächenbilde undeutlich und von der Schwanzdarmanlage überdeckt. Vgl. die Ansicht der Unterfläche des Embryos Fig. 161 a auf Taf. VII; ferner die Querschnitte in den Textfig. 49 c—e und 50 b—d, in welchen die Schwanzdarmfalten sich erhoben haben; in Fig. 50 d ist der Schwanzdarm schon geschlossen. Infolgedessen kann sich der Primitivhöcker auch nicht mehr nach unten hin ausdehnen und wächst von jetzt ab an der Oberfläche hervor, hier einen ansehnlichen Höcker bildend. In dieser Zeit werden auch der Schluss des Medullarrohres und der Schwund der oberflächlichen Primitivrinne eingeleitet. Textfig. 49 und 50. Nachdem die Primitivrinne verschwunden ist, wird der Primitivhöcker direkt zum Kaudalhöcker, von dessen Innerem aus von jetzt ab das Wachstum der Organe nach vorn hin erfolgt. Der folgende Abschnitt wird lehren, dass nunmehr die Wandung des fertig gestellten neurenterischen Kanals die Matrix für die Differenzierung der Organe bildet.

Aber nicht die ganze Zellmasse des Primitiv- und späteren Kaudalhöckers wird zum Wachstum des Embryonalkörpers aufgebraucht: sein hinterer, ursprünglich aus locker angeordneten Zellen bestehender Teil, welcher dem hinteren Abschnitt des ehemaligen Zwischenhöckers entspricht, liefert die Allantoisanlage. Sobald sich die Spaltung des Mesoblastes in dieser Gegend einleitet, beginnt der bezeichnete Abschnitt des Primitivhöckers zu wachsen und in den Coelomraum nach hinten hin vorzudringen.

In den Textfig. 48 d und 48 e ist die ganze, in das Coelom vorragende Zellenmasse, welche unterhalb des Zwischenhöckers gelegen ist, das Muttergewebe der Allantois; sie erstreckt sich auch noch etwas weiter nach vorn auf die Unterfläche des Primitivhöckers. Textfig. 50 e. Von dem Keimgewebe des Primitivhöckers unterscheidet sie sich durch die lockere, etwas unregelmässige Anordnung der Zellen und besonders durch die Lücken und lakunären Spalträume, welche alsbald zwischen den Zellen auftreten. Textfig. 48 d und 50 e. Die gegen das Coelom gerichtete Unterfläche der Zellenmasse ist unregelmässig, höckerig, hier und da mit tiefen Einsenkungen versehen; auch die von Corning*) bei Reptilien be-

*) H. K. Corning, Über die erste Entstehung der Allantois bei Reptilien. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 23, 1895.

schriebenen Kommunikationen der Spalträume mit dem Coelom wurden von mir gesehen. Textfig. 48—50. Ihre oberflächlichen Zellen besitzen oft längere, in das Coelom vorragende Fortsätze.

Diese eigenartige Zellenmasse wächst nun zapfenartig vom unteren Teile des Kaudalhöckers nach hinten in das Coelom vor. Nach Vollendung der Mesoblastspaltung trifft man daher in den Querschnittserien am hinteren Körperende im Coelom eine ringsum isolierte Zellenmasse an. Textfig. 48e auf S. 166. Anfangs ist der Allantoiszapfen, von dem oben erwähnten Spalträumen abgesehen, noch solide; später bilden sich aber unregelmässige, konfluierende Hohlräume in ihm, die aber zunächst noch nicht mit dem Schwanzdarm in Verbindung stehen.

Die ersten differenzierten Anfänge der Allantoisbildung beobachtete ich in den Serien durch die Embryonen der Fig. 156, 159 und 161 mit 6—7 Somitenpaaren; die Spaltung des Mesoblastes war im hintersten Abschnitt des Zwischenhöckers bereits erfolgt. In den Embryonen der Fig. 160, 162 und 164 mit 7—9 Somiten war die Allantois bereits mit einer kleinen Spitze ins Coelom vorgewachsen, sodass die Serie schon einige isolierte Querschnitte enthielt. Im Flächenbilde wird die Allantois zuerst an der Unterseite des Embryos als kleiner Vorsprung sichtbar. Siehe das Unterflächenbild der Fig. 161a. In den Fig. 165—169, den letzten Stadien, welche in dieser Monographie noch berücksichtigt worden sind, tritt kurz vor und nach Schluss des Amnios die Allantois auch im Oberflächenbilde als ein kleiner Zapfen hervor, welcher anfangs nach hinten gerichtet ist, sich dann aber, nachdem der Embryo sich ganz auf die linke Seite gelegt hat, nach vorn und oben umbiegt. Später rundet sich der Zapfen ab und wird zu einer kugligen Blase. Der Absatz, durch welchen der Allantoiszapfen auf der Dorsalseite des Embryos in den Fig. 168 und 169 abgegrenzt wird, entspricht dem Vorsprung des Kaudalhöckers und dem Ursprung der Schwanzkappe des Amnios. Meine Untersuchungen über die ersten Ursprünge der Allantoisanlage stehen mithin im Einklange mit den Resultaten, welche Strahl*) bei der Eidechse erhalten hat. Auf die interlabiale Herkunft des grössten Teiles der Zellenmasse der Allantoisanlage aus dem Zwischenhöcker wurde oben schon hingewiesen.

---

6. Der Canalis neurentericus.

Unter „Canalis neurentericus“ verstehen manche Autoren alle Phasen des rudimentären Urdarmganges von seinem ersten Auftreten im Prostom bis zu seinem Verschwinden nach Ausbildung des hinteren Körperendes. Ich halte es für zweckmässiger, als neurenterischen Kanal den Gang nur dann zu bezeichnen, wenn er auch wirklich das Medullarorgan mit dem Schwanzdarm verbindet, also nach Anlage der Medullarfurche resp. des Medullarrohres in dieser Gegend. Diese Unterscheidung wird bei den Schlangen dadurch erleichtert, dass sich der Urmund, wie oben gezeigt, früh schliesst, und der Kanal nach Anlage des Medullarrohres von der Neuroprimitivplatte aus von neuem durchbricht.

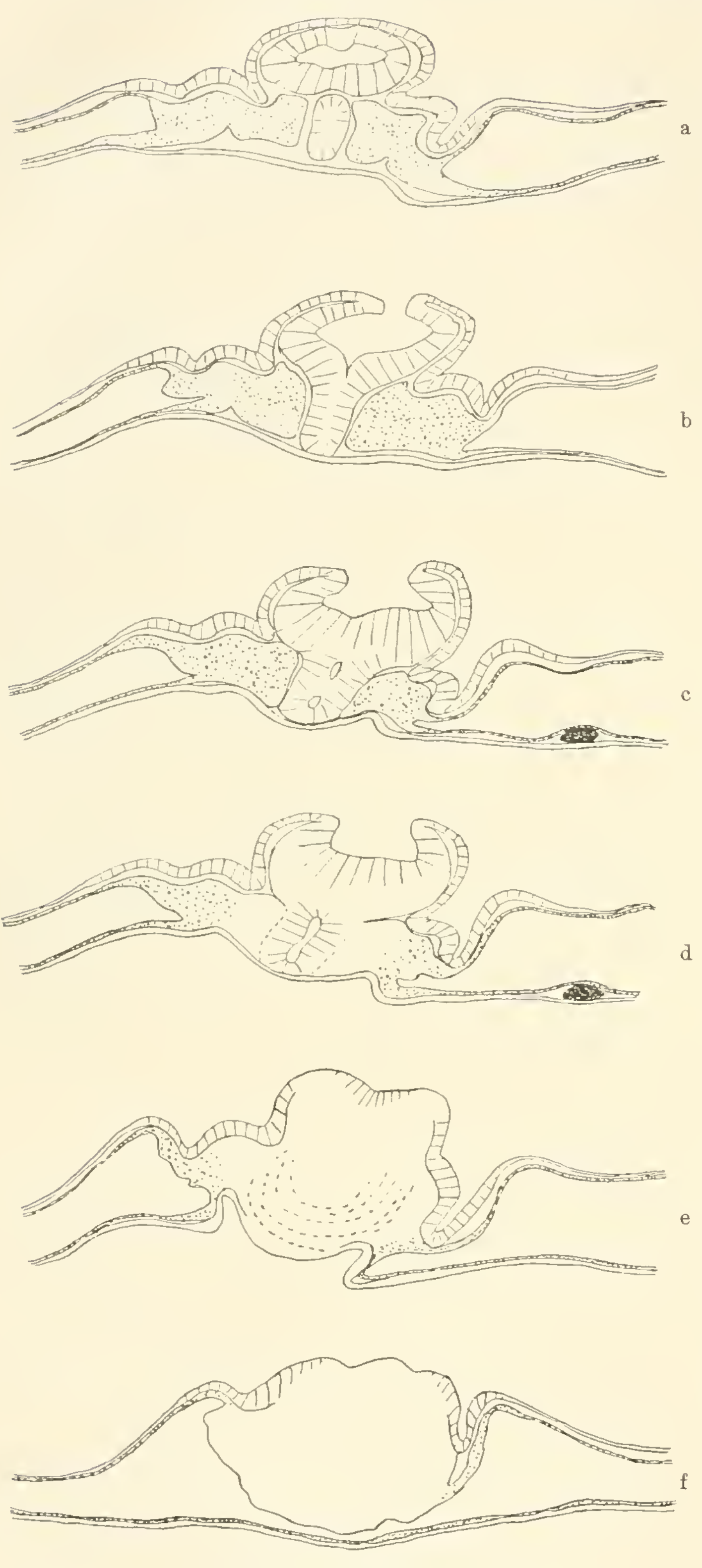
Die ersten Andeutungen der Entstehung des Canalis neurentericus zeigten sich auf den Entwickelungsstufen der Embryonen der Fig. 153, 155, 158 und 161—164 mit 5—13 Somiten; in den äusserlich sehr ähnlichen Stadien der Fig. 154, 156, 157 und 159 wurden sie noch vermisst. Sie bestanden darin, dass sich

1. eine spaltförmige Vertiefung im Boden der Neuroprimitivplatte bildete, und

---

*) H. Strahl, Beiträge zur Entwickelung von Lacerta agilis. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung, Jahrg. 1882 und 1883.

2. dass Ganglumina in der dieser Einsenkung benachbarten Chordaanlage entstanden, welche sich dann später in dem Spalt nach oben mit dem Innern des Medullarrohres, nach unten mit dem des Schwanzdarms in Verbindung setzten.



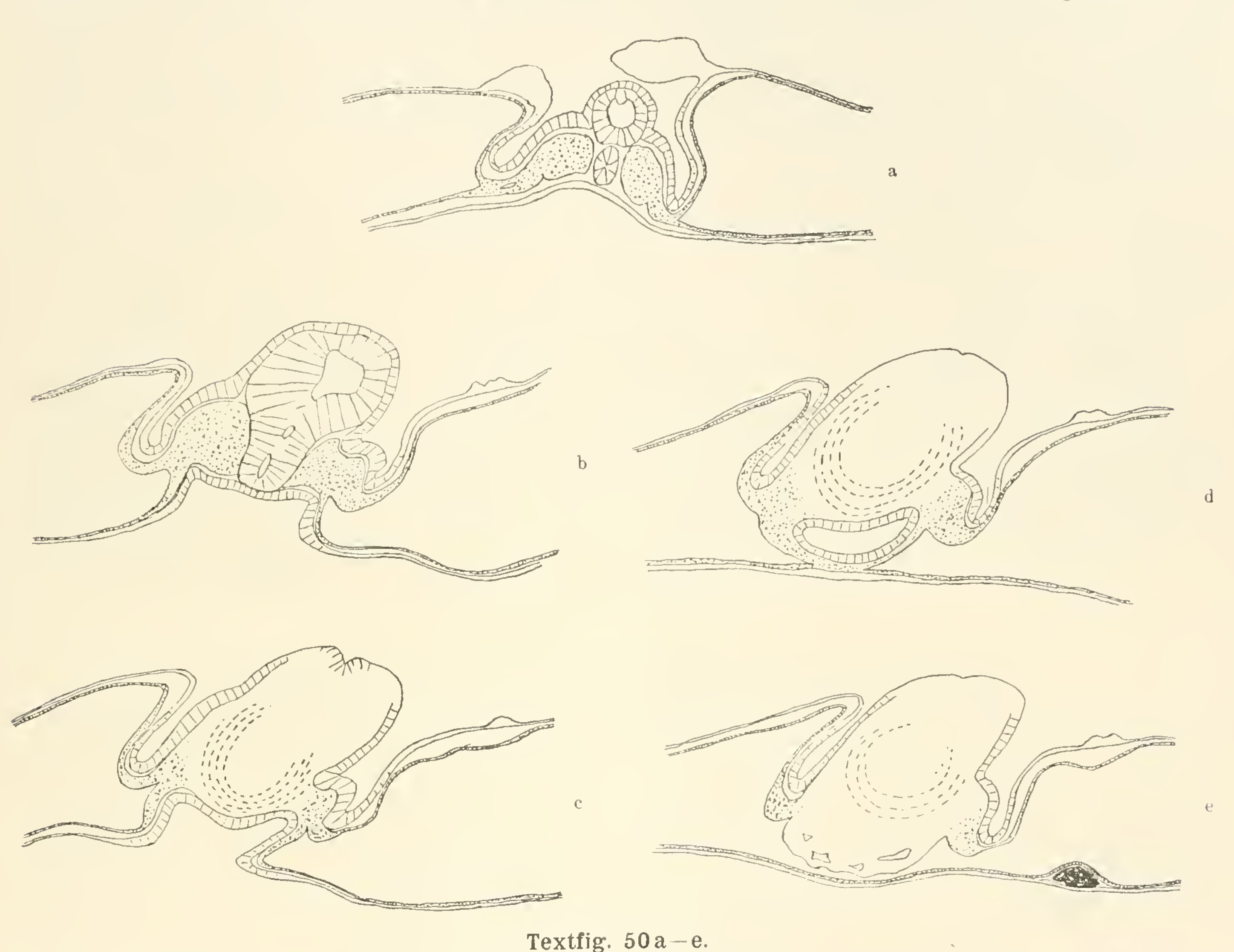
Textfig. 49 a—f.

Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 162 auf Taf. VII. Querschnitte vor dem (a) und durch den Primitivstreif (b—d), durch Primitivrinne und Primitivhöcker (e) und durch Zwischen- und Nebenhöcker (f). In c und d Ganglumina in dem chordalen Epithelzapfen; in c—e Anfänge der Schwanzdarmfalten; in f ist die Spaltung des Mesoblastes unter der Allantoisanlage erfolgt.

In den Serien (vgl. Textfig. 49 und 50) findet man, dass im Bereich des Primitivstreifs, vor dem eigentlichen Primitivhöcker, die Chordaanlage besonders hoch wird, einen ausgesprochen epithelialen Charakter annimmt und breit mit dem Medullarepithel in Verbindung bleibt. Schon in den früheren Stadien der Textfig. 46 a und b und 47 a—c hatte sich dieser Zustand eingeleitet, war aber noch nicht so auffällig. Die Zellen der sich aus dem Primitivblastem differenzierenden Chorda werden länglich, zylindrisch, epithelartig und gehen direkt in das Medullarepithel über. Ihre Kerne ordnen sich dabei in einer peripheren Zone an und liegen in derselben Flucht mit den Kernen des Medullarepithels. Die Chordaanlage erhält dadurch mehr das Aussehen eines zapfenartigen Fortsatzes des Medullarepithels und stellt in der Tat schliesslich auch einen solchen dar. Über diesem Zapfen bildet sich nun eine tief einschneidende, schmale, kurze, spaltartige Furche. Unter dieser Stelle und dicht dahinter entsteht sodann dadurch, dass die Zellen einfach auseinanderweichen, ein gangartiges, feines, sehr deutliches Lumen von kreisrunder Begrenzung. Nicht selten erhält man in den Querschnitten zwei getrennte Lumina, die aber wohl nur einem etwas gebogenen Gange angehören; sie fliessen daher gewöhnlich auch im nächsten Schnitt zusammen. Diese Dehiscenzstellen liegen in dem Epithelzapfen oder direkt dahinter noch im Bereiche des Primitivstreifs vor dem Primitivhöcker oder auch schon im Blastemgewebe des Primitivhöckers selbst. Erst sekundär setzt sich der Gang mit der Epitheleinsenkung an der Oberfläche der Medullarrinne in Verbindung und bricht dann etwas später nach Abschnürung des Schwanzdarms auch in

diesen durch. Zugleich setzt sich der Gang nach vorn eine kurze Strecke weit in die röhrenförmig werdende Chorda fort. Alsdann besteht eine Kommunikation des Medullarrohres mit dem Chordakanal und dem Schwanzdarm, ein typischer Canalis neurentericus. Auf den Stadien der Fig. 166—168 vollzieht sich der Durchbruch und ist nach Schluss des Amnios in Fig. 169 meist vollendet.

Die Textfig. 49a—f auf nebenstehender Seite entstammt der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 162, an welchem hinten der Medullarkanal noch klaffte. Fig. 49b bis d. In Fig. 49a ist die



Textfig. 50a—e.

Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 164 auf Taf. VII.

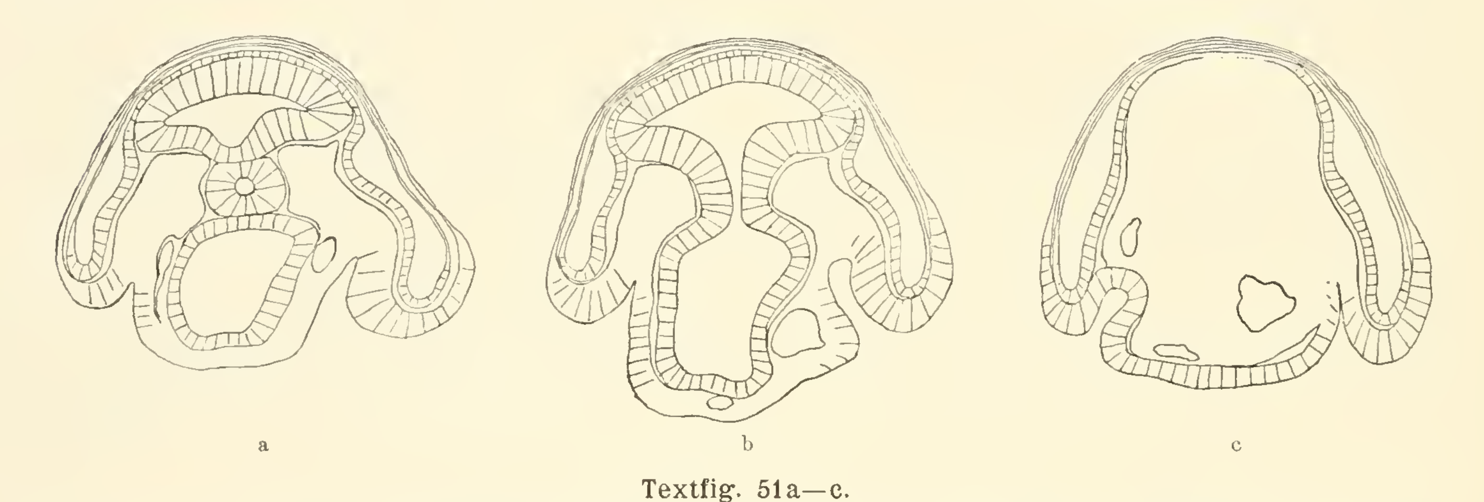
Querschnitte durch den hinteren Teil des Embryos in der Höhe des hinteren Amniosrandes (a), des Primitivstreifs (b) und des Primitiv- (resp. Kaudal-) höckers (c—e). In b zwei Lumina in dem chordalen Epithelzapfen, in c noch ein deutliches Primitivrinnenrudiment. In a ektodermatische Verdickungen des Amnios, welche sich in b—e als Höckerchen noch auf die rechte Amniosfalte fortsetzen. In b und c Schwanzdarmfalten, in d geschlossener Schwanzdarm. In e ist die Spaltung des Mesoblastes unter der Allantoisanlage erfolgt.

Chorda vom Medullarepithel isoliert, hoch, von ausgesprochen epithelialem Charakter, aber ohne Lumen. Mehrere Schnitte nach hinten (Textfig. 49b) setzt sie sich sodann mit dem Medullarepithel breit in Verbindung und repräsentiert einen Epithelzapfen, über welchem im Boden der Medullarrinne eine spaltartige Einsenkung sichtbar wird. Textfig. 49c ist vier Schnitte weiter nach hinten gefallen und lässt deutlich in der Mitte des Epithelzapfens zwei getrennte Lumina erkennen, welche im nächsten Schnitt (Textfig. 49d)

zu einem länglichen Gange zusammentreten. Ein Durchbruch dieses Ganges ist weder nach oben noch nach unten hin erfolgt; nach unten reicht der Gang bis dicht an das Entoderm der Schwanzdarmrinne. Zu beachten ist, dass in diesem Schnitt die Wandung des Ganges nicht mehr scharf von dem Primitivblastem abgegrenzt ist. Daran schliesst sich dann im nächsten Schnitt nach hinten hin das Blastem des Primitivhöckers unmittelbar an. Textfig. 49e.

Ähnliche Befunde ergab die Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 164 der Taf. VII. Textfig. 50a—e auf Seite 171. Auch hier liessen sich in einem Schnitte (Fig. 50b) innerhalb des Epithelzapfens zwei getrennte, kleine Lumina nachweisen. Eine Kommunikation bestand aber noch nicht, weder nach oben gegen das Medullarrohr, noch nach unten gegen den schon in zwei Schnitten geschlossenen Schwanzdarm. Textfig. 50c und d.

Erst nach Schluss des Amnios in dem Stadium der Fig. 169 der Taf. VII fand ich den Durchbruch vollendet und einen typischen Canalis neurentericus ausgebildet. Die folgende Textfig. 51a—c



Textfig. 51a—c.
Aus der Querschnittserie durch das Hinterende des Embryos der Fig. 169 auf Taf. VII.
Querschnitte vor (a), durch (b) und hinter (c) dem Canalis neurentericus. In a die drei Lumina des Medullarrohres, der röhrenförmigen Chorda und des Schwanzdarms übereinander.

stellt drei Querschnitte durch das hintere Körperende des genannten Embryos dar, welches nach Spaltung des Mesoblastes schon ringsherum frei in der Coelomhöhle liegt; oben wird der Embryonalkörper von dem geschlossenen Amnios umhüllt.

Textfig. 51b geht durch den neurenterischen Kanal, welcher nur auf diesen einen Schnitt beschränkt ist. Der Kanal öffnet sich oben breit in den erweiterten Medullarkanal und geht unten mit etwas engerer Öffnung in den Schwanzdarm über. Das hohe Epithel des Kanals ist deutlich abgesetzt und hängt oben und unten direkt mit dem Medullarepithel und dem entodermatischen Schwanzdarmepithel zusammen. Im nächsten Schnitte nach hinten ist nur noch der mittlere Teil des neurenterischen Kanals und das hinterste Ende des Medullarrohres getroffen, der darauffolgende lässt diese Lumina schon vermissen; nur der Schwanzdarm ist hier noch erhalten. Aber auch dieser hört in dem folgenden, d. i. dem dritten Schnitt hinter dem neurenterischen Kanal, auf, sodass dann nur noch der hohe Kaudalhöcker und darunter das Keimgewebe der Allantois vorliegen. Textfig. 51c. Ein Zusammenhang des Schwanzdarms mit den Hohlräumen in dem Allantoiszapfen besteht noch nicht.

Vor dem Canalis neurentericus treffe ich dieselben eigentümlichen Verhältnisse an, welche C. K. Hoffmann*) schon von der Ringelnatter beschrieben hat, nämlich einen sehr deutlichen Chordakanal, sodass in den Querschnitten drei Lumina übereinander liegen, Medullarrohr, Chordakanal und Darmrohr. Schon in dem ersten Schnitt vor dem neurenterischen Kanal sind die drei Lumina gesondert, das Epithel des Chordaganges hängt aber in diesem und dem folgenden Schnitt noch direkt mit dem Epithel des Medullarrohres und des Schwanzdarmes zusammen. Erst im dritten Schnitt ist die Epithelwand des Chordaganges isoliert und bleibt es von jetzt ab, wenn auch die zunächst noch hohe Chorda dem Medullarepithel oft dicht anliegt. Textfig. 51a ist der vierte Schnitt vor dem neurenterischen Kanal und zeigt die drei Lumina mit ihren von einander gesonderten Wandungen. Die Wandung der röhrenförmigen Chorda besteht aus hohem Zylinderepithel, ihr Lumen erhält sich in diesem Embryo bis zum fünften Schnitt vor dem neurenterischen Kanal; alsdann wird die Chorda wieder solide. Die Ursprungsstätte der Chorda ist mithin von jetzt ab nicht mehr am Medullarrohr selbst, sondern an der vorderen Wand des neurenterischen Kanals zu suchen, dessen hintere Wand sich aus dem dahinter gelegenen Keimgewebe des Kaudalknotens beständig regeneriert. Nach Schwund der Primitivrinne und Schluss des Medullarrohres ist der Wachstumsprozess von jetzt ab in das Innere des Embryonalkörpers verlegt. Concrescenzerscheinungen, wie sie bei der Entstehung und Ausbildung der Primitivrinne von mir festgestellt wurden, lassen sich jetzt nicht mehr nachweisen.

Es sei noch erwähnt, dass die Durchbruchsverhältnisse des Canalis neurentericus individuell etwas variieren und nicht immer so ausgeprägt hervortreten, wie in Textfig. 51; besonders der Chordakanal vor dem neurenterischen Gang war bisweilen, auch in etwas späteren Stadien, nicht deutlich.

---

7. Allgemeine Bemerkungen über die Gastrulation der Kreuzotter.

Aus den vorhergehenden Abschnitten dieses Kapitels erhellt, dass ich als „Gastrulation" in weiterem Sinne bei der Kreuzotter den gesamten Bildungsprozess zusammenfasse, welcher im Anschluss an den Blastoporus zur Differenzierung der Keimblätter und der Primitivorgane führt. Unter „Gastrulation" begreife ich demnach alle Umwandlungsstadien des Blastoporus und des Blastoporusganges mit dessen Wandungen vom ersten Auftreten der Randsichel bis zum Canalis neurentericus einschliesslich; denn während aller dieser Stadien vollzieht sich ja am Blastoporus die Differenzierung der Keimblätter und Primitivorgane, aus deren weiterem Verlaufe in erster Linie das Längenwachstum des Embryos resultiert.

Wie oben gezeigt, kommt der Gastrulationsprozess bei der Kreuzotter ausserordentlich deutlich zur Ausprägung. Auch die übrigen Reptilien, nicht die Schlangen allein, liefern bekanntlich ein klassisches Objekt für das Studium dieses wichtigen Vorganges. Bei keinem Reptil hat sich aber der Gastrulationsprozess von Anfang bis zu Ende mit allen seinen Einzelheiten dem Untersucher bis jetzt, wie mir scheint, so übersichtlich dargeboten, wie ich es bei der Kreuzotter gefunden und oben geschildert habe. Bei diesem Ophidier ist der Vorgang der Gastrulation, welcher bei anderen Amnioten zusammengezogen, durch Vererbungsgesetze getrübt und rudimentär geworden ist, in eine ganze Reihe wohl

*) L. c.

charakterisierter Phasen zerlegt, welche in ihrer Reihenfolge und in allen ihren Einzelheiten äusserst klar überblickt werden können.

Dadurch wird nicht allein der Versuch, diese ontogenetischen Vorgänge auf phylogenetische zurückzuführen, wesentlich erleichtert, sondern auch ein volles Licht geworfen auf die gleichen, aber weniger deutlichen, weil rudimentären Erscheinungen bei den Vögeln und Säugetieren.

In folgendem will ich ganz in Kürze die allgemeinen Anschauungen darlegen, zu welchen ich über den Gastrulationsprozess an dem dotterreichen Ei der Wirbeltiere durch das Studium der Schlangenentwickelung gekommen bin. Es sei von vornherein bemerkt, dass ich nicht beabsichtige, auf die Ansichten der einzelnen Autoren und die überaus reichliche Literatur über die Gastrulation der Vertebraten näher einzugehen. Das ist für die mir gesteckte Aufgabe nicht erforderlich und würde mich vom Wege zu weit abführen. Der unterrichtete Leser wird von selbst herausfinden, mit welchen Autoren ich übereinstimme und mit welchen nicht und wo ich meine eigenen Wege gehe.

Ich stehe auf der Seite derjenigen Forscher, welche die Gastrulationserscheinungen auch der höheren Vertebraten auf den Urtypus der Amphioxusgastrula zurückführen und in der kleinen, am Schildrande des Reptilienkeimes auftretenden Einsenkungstasche ein Rudiment des „Urdarms" sehen.

Der Faktor, welcher verhindert, dass sich der gesamte vegetative Teil des Eies und der Blastula, wie bei Amphioxus, zum Gastrulaentoderm einstülpt und welcher bei den Amnioten den Gastrulationsprozess zu einem rudimentären gemacht hat, ist die Dotteranhäufung im Ei. Sie liefert das mechanische Moment, welches sowohl die Eifurchung, als auch die Gastrulation beeinflusst: je grösser der Dottergehalt des Eies, um so unvollkommener wird im allgemeinen die Eifurchung, um so kleiner die Gastrulaeinstülpung.

Bei der Kreuzotter, wie auch bei anderen Amnioten, ist nun die Gastrulaeinsenkung durch die Dotterzunahme im Ei so rudimentär geworden, dass sie nicht mehr ausreicht, das Darmepithel, das eigentliche Gastrulaentoderm, zu liefern. Vielmehr lässt sie nur noch einen Teil des Mesoblastes und der Chorda aus sich hervorgehen, sie gibt zur Entstehung dieser beiden Primitivorgane, die sich sodann aus anderem Materiale weiter entwickeln, gewissermassen den ersten Anstoss. Siehe das Nähere im folgenden Kapitel.

Aus diesem Grunde kann man die kleine Invaginationstasche*) am Reptilienkeim nicht ohne weiteres mit der Einstülpung des Gastrulaentoderms bei Amphioxus und den niederen Chordaten identifizieren und rückhaltlos als „Gastrula" ansprechen. Es rechtfertigt sich daher, für dieses Gastrularudiment eine besondere Bezeichnung zu wählen, welche den Unterschied erkennen lässt. Da aus der Wandung der Einstülpungstasche ausser einem Teil des Mesoblastes das wichtigste, für die Chordaten charakteristische Primitivorgan, nämlich ein Abschnitt der Chorda, hervorgeht, so wähle ich die Bezeichnung: Chordula.

---

*) Ich spreche hier von einer „Invaginationstasche", obwohl ich oben nachgewiesen habe, dass das Lumen des „Urdarms" nicht durch einfache Einstülpung (Invagination) des äussern Keimblatts sondern in erster Linie durch Dehiscenz in der zuvor soliden Zellenmasse der Urmundplatte entsteht. Für die phylogenetische Auffassung ist diese abgeänderte Entstehungsart aber gleichgültig, da Bildungen, welche bei älteren, verwandten Formen als Einstülpungen und Hohlorgane entstehen, als solide Zellenwucherungen auftreten können, wenn sie als rudimentäre Bildungen auf jüngere Formen vererbt werden.

Unter Chordula verstehe ich das bei der Kreuzotter wohl charakterisierte Entwickelungsstadium, welches vom Beginn der Einstülpung, also vom Archistom, bis zur Perforation des Chordulaganges in die Subgerminalhöhle gegen Ende des Prostomstadiums des Blastoporus reicht. Der Prozess der Ausbildung des Chordulaganges umfasst die Chordulation. Erst nach der Perforation wird die Chordula zu einer Gastrula, um so mehr, je mehr der Kupffersche Kanal schwindet, indem die Blastoporusöffnung jetzt direkt in die Subgerminalhöhle führt, welche wenigstens zum Teil mit dem das spätere Darmepithel liefernden Entoderm ausgekleidet ist. Die Subgerminalhöhle wird also schliesslich zur Gastrulahöhle. Dabei ist zu beachten, dass diese Gastrulahöhle mit ihrer Wandung nicht durch Einstülpung vom Blastoporus aus entsteht, sondern, wie in den Kapiteln V und VI nachgewiesen, direkt aus der im gefurchten Dotter sich bildenden Furchungshöhle hervorgeht. Das lässt sich dadurch ausdrücken, dass man dieses Stadium der Amniotenentwickelung nunmehr als Dottergastrula bezeichnet. In den vorhergehenden Abschnitten habe ich diese Benennungen noch nicht angewandt und mich noch der hergebrachten bedient.

An dem als rudimentärer Urdarm aufzufassenden Gastrulagang unterscheide ich bei der Kreuzotter demnach die folgenden Bildungsphasen:

1. bis zum Zeitpunkte der Perforation den Chordulagang;
2. nach erfolgtem Durchbruch den Kupfferschen Kanal;
3. nach Anlage des Medullarorgans den mit letzterem kommunizierenden Canalis neurentericus.

Auf die Phase des Kupfferschen Kanals folgt der vollständige Verschluss des Gastrulaganges. In dem Intervall zwischen Kupfferschem und neurenterischem Kanal kann es noch zur Ausbildung eines offenen Metastoms (Canalis rectus) kommen, welches sich alsdann schliesst.

Da das Entoderm, welches das Darmepithel liefert, nicht dem palingenetischen Prozess der Gastrulaeinstülpung sein Dasein verdankt, so muss es caenogenetischer Herkunft, eine Neuerwerbung sein, wie zuerst Wenkebach*) für die Eidechse klar ausgesprochen hat: es leitet sich aus den Derivaten des Dotters ab.

Wie in den obigen Abschnitten geschildert ist (vgl. auch das folgende Kapitel), entsteht durch die Zerfurchung des Dotters ein indifferentes, sehr reichliches Zellenmaterial, welches vom Blastulaepithel, dem späteren Ektoderm, umschlossen wird. Da nun der dotterhaltige Eiteil des Kreuzottereies zum grössten Teil wenigstens als vegetative, infolge ihres Dottergehaltes nicht zur Einstülpung gelangende Eisubstanz aufgefasst werden kann und damit wohl den morphologischen Wert eines nicht eingestülpten Entoderms hat, so habe ich die erwähnte indifferente Zellenmasse als Dotterentoblast**) bezeichnet. Aus ihm geht das Dotterentoderm**) teils dadurch hervor, dass sich die unterste Zellschicht einfach abspaltet, teils dadurch, dass sich der Dotterentoblast zu einer dünnen, einschichtigen Lage ausbreitet. Vgl. hierüber das nächste Kapitel. Eine Grenze zwischen Dotterentoblast und Dotterentoderm lässt sich daher nicht ziehen, beide gehen oft so direkt und kontinuierlich ineinander über, dass man in Verlegen-

*) L. c.

**) Zwischen beiden wird von den Autoren für gewöhnlich kein Unterschied gemacht. Die gesamte, von der Urdarminvagination unabhängige Zellmasse hat sehr verschiedene Namen erhalten. So nennt sie z. B. v. Kupffer Paraderm oder Dotterblatt, Wenkebach caenogenetisches Entoderm, Will sekundäres Entoderm, van Beneden Lecithophor.

heit kommt, ob man die betreffende Zellmasse als Dotterentoblast oder Dotterentoderm bezeichnen soll. Ich habe mir dadurch geholfen, dass ich die zu einer einschichtigen Zellenmembran zusammengeschlossenen Zellen als Dotterentoderm, die mehr indifferenten, mehrschichtigen Zellenmassen als Dotterentoblast ansprach.*) Mithin unterscheide ich auch zwischen der Entoblastese und der Entodermation. Unter der ersteren verstehe ich die Entstehung des Dotterentoblastes aus den Dotterderivaten, während die Entodermation den Differenzierungsprozess des Dotterentoderms in sich begreift.

Die Entoblastese und Entodermation an sich trenne ich daher als besondere Vorgänge von der eigentlichen Gastrulation. Besonders die Entodermation greift auch mit den Gastrulationsphasen ineinander. Ich kann daher die Bildung des Dotterentoblastes und Dotterentoderms nicht als „erste Phase der Gastrulation" ansehen, wie es von manchen Autoren geschieht.

Als erste Gastrulationsphase habe ich bei den Schlangen die Randsichel des Embryonalschildes und die Archistomrinne beschrieben. Ihre Lage unmittelbar am hinteren Rande des Embryonalschildes, ihre charakteristische Krümmung, ihre bedeutende Ausdehnung, wenigstens am Natterkeim, legen mir den Gedanken nahe, dass es sich hier um eine palingenetische Reminiscenz an Entwickelungsformen handelt, welche dem Gastrulationstypus der Selachier nahe stehen.

Von dem Selachierkeim unterscheidet sich der Reptilienkeim in diesen frühen Stadien allerdings dadurch, dass der Blastoporusrand nicht, wie bei den Selachiern, mit dem Keimhofrand zusammenfällt, vielmehr unabhängig davon und meist in grösserer Entfernung von ihm gelegen ist. Diesem Unterschiede möchte ich aber nicht allzuviel Bedeutung beilegen, da er durch später erworbene und vererbte Abänderungen bedingt sein kann; müssen doch auch die Dotterverhältnisse im Selachierei als primäre, diejenigen im Reptilienei als sekundäre aufgefasst werden. Auch kann bei manchen Reptilien der hintere Schildrand ganz in die Nähe des Keimhofrandes rücken, sodass der Embryonalschild in einer Weise randständig wird, die an die Verhältnisse bei den Selachiern erinnert.

Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass in der Stammesgeschichte der Reptilien zuerst eine Etappe aufgetreten ist, in welcher die Eier einen primären, vielleicht schnell erworbenen, sehr reichlichen Dotter besassen und eine ähnliche Entwickelungsform des Blastoporus zeigten, wie jetzt die Selachier Diese Gründe veranlassten mich, die Sichelrinne auf der Randsichel des Embryonalschildes als Archistom resp. Archistomrinne zu benennen.

Ich stimme darin Mitsukuri bei, dass auch ich in der interlabialen, zwischen den Seitenlippen des Blastoporus hinter dessen Vorderlippe gelegenen Zellenmasse den letzten Rest dieses primären Dotters sehe.

Dass nun dieser Rest des primären Dotters am Reptilienkeim von zelligen Elementen gebildet wird, welche sich zwischen den Seitenlippen der linear werdenden Metastomrinne in Form eines Dotterpfropfes, ähnlich wie bei den Amphibien, vordrängen, scheint mir darauf hinzudeuten, dass das Reptilienei während einer bestimmten Epoche seiner Stammesgeschichte den primären Dotter wieder mehr oder

*) Diese Gründe haben mich auch veranlasst, für die beiden Zellenmassen ähnlich klingende, verwandte und schon gebräuchliche Namen zu wählen, welche durch die Herkunft der Zellen und dadurch gerechtfertigt sind, dass das Darmepithel aus den letzteren hervorgeht. Die Verschiedenheiten werden schon genügend durch die Worte selbst ausgedrückt (βλαστός = indifferenter Keim, δέρμα = differente Haut).

weniger verloren hat und wieder zum holoblastischen oder diesem nahestehenden Typus zurückgekehrt ist. Hervorzuheben ist, dass eine epitheliale Hinterlippe, wie sie an der Amphibiengastrula so deutlich hervortritt, an der Dottergastrula der Reptilien, speziell der Kreuzotter, nicht zur Beobachtung kommt.

Die Dottermasse, welche das Ei der rezenten Reptilien nunmehr besitzt, wäre demnach von neuem erworben und als sekundärer Dotter anzusehen.

Diese Erwägungen decken sich mit den Ansichten, zu welchen Mitsukuri*) durch das Studium der Schildkrötenentwickelung gekommen ist; dieser Forscher rechnet die Eier der Reptilien und Vögel dem sekundären Typus der „Meta-Meroblastie" zu.

Von Interesse ist der von mir bei der Kreuzotter erbrachte Nachweis einer doppelten Metastomrinne, welche vielleicht auch in der Stammesgeschichte ihre Erklärung findet. Die von mir als sekundäre Metastomrinne bezeichnete, bald wieder verschwindende Bildung dürfte dann die phylogenetisch ältere sein. Ich habe sie aber doch als sekundäre bezeichnet, weil in der Ontogenie der Kreuzotter die Annäherung und Verwachsung der epithelialen Seitenlippen in der primären Metastomrinne den wesentlichen, im Vordergrund des Umwandlungsprozesses stehenden Vorgang darstellen.

In Abschnitt 5 dieses Kapitels habe ich nachgewiesen, dass sich die Seitenlippen des Blastoporus in dessen Metastomstadium in der Mittellinie von vorn nach hinten zusammenschliessen und durch ihre Verwachsung die Primitivrinne und das Primitivblastem des Primitivstreifs resp. des Primitivknotens entstehen lassen. Am vorderen Ende des Primitivstreifs differenzieren sich aus seinem indifferenten Gewebe beständig die Primitivorgane, während hinten die Seitenlippen der Metastomrinne dementsprechend immer von neuem verwachsen und dadurch Primitivblastem bilden. Hierdurch vollzieht sich während einer bestimmten Entwickelungsepoche, nämlich so lange die Primitivrinne besteht, das Längenwachstum des Embryos. So kommt es auch, dass der Urmundrest und die Primitivrinne sich mehr und mehr vom vorderen Embryonalende nach hinten hin entfernen. Primitivrinne und Primitivstreif gehören mithin einer relativ späten Entwickelungsstufe des Blastoporus an. Daher ist es nicht zulässig, schon vor der Verwachsung der Seitenlippen des Blastoporus von „Primitivrinne", „Primitivstreifen" und „Primitivplatte" zu sprechen, wie es von vielen Autoren geschieht. Auch darf der hinter dem Primitivstreif gelegene Rest der Metastomrinne und des Metastomstreifs nicht zu den genannten, aus Primitivblastem bestehenden Bildungen gerechnet werden. Andererseits darf die Primitivrinne auch nicht ohne Weiteres als „Blastoporus" bezeichnet und diesem homologisiert werden, da sie erst sekundär durch Verwachsung der Seitenlippen des Blastoporus entsteht.

Die obigen Untersuchungen und Folgerungen bringen eine Bestätigung, wenigstens in den Grundzügen, der Anschauungen, welche Rauber, Roux, Ch. Sedgwick und besonders O. Hertwig**) über die Bedeutung der „Urmundnaht" entwickelt haben. In der Modifikation, welche O. Hertwig der Hisschen

*) K. Mitsukuri, On the Fate of the Blastopore, the Relations of the Primitive Streak, and the Formation of the Posterior End of the Embryo in Chelonia, together with Remarks on the Nature of Meroblastic Ova in Vertebrates. Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan, Vol. X, 1896.

**) O. Hertwig, Urmund und Spina bifida. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 39, 1892. Derselbe, Strittige Punkte aus der Keimblattlehre der Wirbeltiere. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Sitzung vom 2. Mai 1901.

„Concrescenzlehre“ hat angedeihen lassen. stehen sie auch mit der letzteren im allgemeinen im Einklang. Was O. Hertwig „Urmundnaht“ nennt. ist auch bei der Kreuzotter der echte Primitivstreifen mit seiner Primitivrinne. Eine Verwachsung aus zwei zuvor schon angelegten Hälften der Primitivorgane ist aber nicht festzustellen, vielmehr wird durch die Verwachsung der Seitenlippen der Metastomrinne zuerst ein indifferentes Keimgewebe, das Primitivblastem des Primitivstreifens, gebildet, in welchem sich sekundär die Primitivorgane differenzieren. Im Gegensatz zu O. Hertwig muss ich auf Grund meiner Untersuchungen ausdrücklich betonen, dass sich im Prostomstadium des Blastoporus bei der Kreuzotter vor dem Prostom keine „Urmundnaht“ nachweisen lässt. Es kann daher kein Beweis dafür erbracht werden, dass auch der vor dem Prostom gelegene Körperteil des Embryos durch „Concrescenz“ oder „Urmundnaht“ entstanden sei, vielmehr ist hier nur eine einheitliche Anlage zu erkennen. Auch erblicke ich in dem Chordafortsatz (Kopffortsatz) der Chordula nicht eine Andeutung der „Urmundnaht“, sondern den letzten Rest der echten Gastrulaeinstülpung. Die Lippenverwachsung beginnt im Metastomstadium und lässt sich nur nachweisen, so lange überhaupt die Ausbildung der von mir unterschiedenen Primitivrinne stattfindet; je weiter nach hinten am Embryo die Lippenverwachsung fortschreitet, um so undeutlicher wird sie. Schliesslich, nachdem die Primitivrinne aussen am Embryo völlig verschwunden und der Differenzierungsprozess der Primitivorgane ganz in das Innere des Keimgewebes des Schwanzhöckers verlegt ist, wird es nicht mehr möglich, Concrescenzerscheinungen nachzuweisen.

Der bei der Kreuzotter so klare und durchsichtige Gastrulationsprozess liefert den Schlüssel zum Verständnis des gleichen Vorganges bei den Vögeln und Säugetieren. Während bei den Reptilien unzweifelhaft ursprünglichere Verhältnisse vorliegen, ist bei den übrigen Amnioten, soweit bis jetzt bekannt, eine starke, mit zeitlichen Verschiebungen verquickte Rückbildung des gesamten Gastrulationsprozesses erfolgt. Bei den Säugern kommt dazu der wiederholte (wie auch mir scheinen will, zweimalige), starke Verlust von Nahrungsdotter, den das Säugerei in seiner Stammesgeschichte vermutlich erfahren hat.

Ich beabsichtige indessen nicht, an dieser Stelle einen Vergleich der Gastrulationserscheinungen am Ei der Amnioten, welcher schon von anderen Autoren des öfteren versucht worden ist, im einzelnen durchzuführen. Es sei hier nur darauf hingewiesen, dass der „Primitivstreifen“ der Autoren ein kompliziert zusammengesetztes Gebilde ist und die Rudimente sehr verschiedenartiger Bildungen in sich birgt. An seinem vorderen Ende ist die Urmundplatte (Hensenscher Knoten) zu suchen. Die darin entstehende Einsenkung resp. der kurze, bei den Säugetieren nach unten perforierende Kanal ist auch nach meiner Ansicht das Lumen (Chordulagang, siehe oben), der frei zwischen Ektoderm und Dotterentoderm vorwachsende Chordafortsatz (Kopffortsatz der Autoren) die Wandung des rudimentären Urdarms. Ferner stecken in dem „Primitivstreifen“ der Autoren der eigentliche Primitivstreif mit seiner Primitivrinne und der Metastomstreif mit seiner Metastomrinne. Als Primitivstreif kann man nur den Teil bezeichnen. welcher das durch die Epithelstreifung charakterisierte Primitivblastem aufweist und dadurch anzeigt, dass er durch Lippenverwachsung ursprünglich entstanden ist. Solange diese Differenzierung nicht nachweisbar ist, tut man besser, die erste Anlage des „Primitivstreifens“ der Autoren bei den Vögeln und Säugetieren mit der indifferenten Bezeichnung Achsenstreifen zu belegen. Im übrigen gibt schon ein flüchtiger Vergleich mit den Gastrulationserscheinungen bei der Kreuzotter die Erklärung dafür, dass bei den Vögeln und Säugetieren der gewissermassen in seiner ganzen Länge entrollte „Primitivstreif“ als medianer Streifen im Schilde erscheint, dass er von vorn nach hinten hin wächst und in seinem vorderen

Teile die Concrescenzerscheinungen noch am deutlichsten bewahrt hat und dass er schliesslich bei dem Längenwachstum des Embryos auch von vorne nach hinten hin aufgebraucht wird. Das zeitliche Nacheinander der Entwickelungsphasen des Primitivstreifs mit seiner Rinne, welcher sich bei der Kreuzotter vorne ständig aufbraucht, während er gleichzeitig hinten weiter wächst, und welcher dabei successive in die Schildachse selbst verlegt wird, ist eben bei den Vögeln und Säugetieren durch die Gesetze abgekürzter Vererbung in ein synchrones Nebeneinander verwandelt, sodass bei ihnen der wenn auch rudimentäre Primitivstreif sogleich in der Achse des Schildes selbst in die Erscheinung tritt.

IX. Die Differenzierung der Keimblätter.

Die Ausbildung der Keimblätter ist eng mit den Gastrulationsvorgängen verknüpft. Bei der Schilderung der einzelnen Phasen der Gastrulation habe ich daher auf die Keimblattbildung schon mehrfach Rücksicht genommen, musste mich aber auf kurze Andeutungen und Hinweise beschränken, da der Gastrulationsvorgang mit seinen Urmund-Metamorphosen selbst im Vordergrund des Interesses stand.

Es empfiehlt sich nun, die Differenzierung der Keimblätter im Zusammenhang zu besprechen und in Kürze alle Hauptpunkte hervorzuheben.

Wenn wir die Keimblattbildung bei der Kreuzotter analysieren und uns dabei zunächst noch an das übliche Schema vom Ektoderm, Entoderm und Mesoblast halten, so kommt es ganz darauf an, wie wir die nach dem Blastulastadium in den ersten Anfängen der Differenzierung zusammentretenden Zellenmassen deuten und benennen. Das hat aber seine Schwierigkeiten.

Am leichtesten ist noch die Bestimmung des Ektoderms, obgleich sich über dessen Abgrenzung diskutieren lässt.

Das Einfachste wäre ja, nach der Ausbildung des Embryonalschildes diesen und die ganze oberflächliche, einschichtige Zellenlage als Ektoderm zu bezeichnen. Nur an der Peripherie gegen den Keimhofrand hin wird die Abgrenzung schwer, weil hier die Ektodermzellen grösser, unregelmässiger werden und mehr den Charakter der Blastodermzellen in frühen Blastulastadien annehmen.

Eine zweite Auffassung bestände darin, ausschliesslich das Schildepithel als Ektoderm anzusehen. Man würde dann von der Vorstellung ausgehen, in Anknüpfung an das Schema des Gastrulationsprozesses bei Amphioxus, dass nur das Schildepithel dem Ektoderm des animalen Poles der hypothetischen Gastrula entspräche, während alle übrigen Zellenmassen und der gesamte Dotter das im dotterfreien Zustande sich einstülpende, ursprüngliche Entoderm darstellten. Hiernach müsste die infolge der Dotterzunahme rudimentär gewordene Gastrulationsöffnung ausserhalb des Bereiches des Schildes an seinem Rande liegen. Wie ich oben dargelegt habe, senkt sich bei der Kreuzotter die Urdarmöffnung aber im Schildepithel selbst innerhalb seines modifizierten hinteren Randes ein. Dieser Befund ist demnach nicht mit der zu zweit genannten Auffassung in Einklang zu bringen; man müsste denn annehmen, dass der immer unscheinbarer werdende Gastrulationsprozess durch die enorme Dotterzunahme sogar bis in ursprüngliches Ektoderm zurückgedrängt wäre.

Will hat in seinen oben zitierten Arbeiten die Hypothese aufgestellt, dass die Gegend der Urmundplatte (Primitivplatte Wills) bei den Reptilien des Ektoderms von vornherein lochartig entbehrt und ausschliesslich vom Entoderm eingenommen wird, welches an dieser Stelle frei zutage treten soll; von

diesem Entoderm soll sich an dessen Peripherie das Ektoderm schon früh scharf abgrenzen. Diese Hypothese Wills muss ich für unzutreffend erklären. Denn ich habe nachgewiesen, dass die indifferente Zellenmasse der Urmundplatte in erster Linie durch Verdickung und Wucherung des Schildepithels selbst an dessen hinterem Rande entsteht. Sodann habe ich eine Abgrenzung des Ektoderms von dem Blastem der Urmundplatte nicht nur nicht gefunden, sondern vielmehr überall einen direkten Übergang des einen in das andere festgestellt.

Mit derartigen künstlichen Deutungen kommt man nicht weit und kann damit nichts beweisen. Ich halte es daher für das Zweckmässigste, das Schildepithel und die gesamte damit zusammenhängende, oberflächliche, einschichtige Zellenlage, soweit sie als solche deutlich charakterisiert ist, als Ektoderm zu bezeichnen, und unterscheide ich ein embryonales und ein ausserembryonales Ektoderm; das letztere dehnt sich im Laufe der Entwickelung an der Oberfläche des Eies mehr und mehr aus.

Nachdem das Ektoderm so bestimmt ist, kann man die gesamte von ihm umschlossene in und an der Subgerminalhöhle situierte Zellenmasse als Entoblast*) bezeichnen; der Entoblast zerfällt dann später in den Mesoblast und das Entoderm.*) Am Entoblast muss man, wie im vorigen Kapitel Abschnitt 7 dargelegt, je nach der Herkunft seiner Elemente unterscheiden:

1. den Gastrulaentoblast, welcher durch die Urmundeinsenkung geliefert wird und von der Zellenwucherung der Urmundplatte seinen Anfang nimmt, und

2. den Dotterentoblast, welcher vom Dotter herstammt und von ihm abgefurcht ist. Diesem müssen natürlich auch Derivate der Zellen beigemengt sein, welche aus der Furchung der Keimscheibensubstanz selbst hervorgegangen sind, doch treten diese Elemente gegen die grosse Masse der Dotterderivate sehr zurück. Über eine etwaige Beteiligung der Paraspermiumzellen siehe das Kapitel Furchung.

Vor und zu Beginn der Gastrulation ist nur erst der Dotterentoblast vorhanden. Er wird repräsentiert durch die vom Ektoderm umschlossene Gesamtheit der Elemente in und an der Subgerminalhöhle. Im weiteren Sinne ist ihm auch wohl der noch nicht in Zellen zerlegte Dotter zuzusprechen. Vgl. hierüber die allgemeinen Ausführungen in Abschnitt 7 des vorigen Kapitels.

Wie wir oben gesehen haben (vgl. Fig. 181—186 der Taf. IX; Textfig. 10, 12 und 13), vollzieht sich nun der erste Anfang der Gastrulaeinstülpung in der Weise, dass das Ektoderm des Schildes sich an seinem hinteren Rande verdickt und lockert, und dass sich diesen ektodermatischen Elementen Dotterentoblastzellen associieren und zwar so reichlich, dass sie wohl ein Hauptkontingent stellen. Beiderlei Elemente gleichen sich alsbald vollkommen, so dass man sie in der Urmundplatte nicht von einander unterscheiden kann. Ist in der Urmundplatte nun die Urmundeinsenkung gebildet, dann kann man nicht sagen, welche Teile des „Urdarms" d. i. der Wandung des Chordulaganges von dem Ektoderm und welche von den Elementen des Dotterentoblastes geliefert worden sind. Wenn man genau analysiert, kommt man demnach zu dem Schluss, dass die Genese des Gastrulaentoblastes eine gemischte ist, dass es sich bei der Kreuzotter nicht mehr um einen reinen Gastrulaentoblast handelt. Dazu kommt, dass dieser von Anfang an mit Dotterentoblast verquickte Gastrulaentoblast auch im späteren Verlauf der

*) Über den von mir gemachten Unterschied zwischen Entoblast und Entoderm siehe Abschnitt 7 des vorigen Kapitels auf Seite 175 Anmerkung.

Gastrulation, besonders zur Zeit der Perforation des Urdarms, mit dem Dotterentoblast mehr oder weniger innig zusammenhängt.

Bei diesem gemischten Charakter des Gastrulaentoblastes ist es daher eine ziemlich müssige Frage, welche Embryonalteile aus diesem Gastrulaentoblast hervorgehen und welche ausschliesslich aus dem Dotterentoblast; beide lassen sich eben nicht von einander trennen. Da aber von mancher Seite hierauf ein grosses Gewicht gelegt wird, so wollen auch wir uns die Frage stellen:

Was entsteht bei der Kreuzotter aus dem Gastrulaentoblast?

Dabei sind zwei Möglichkeiten zu berücksichtigen:

a) entweder fassen wir als Gastrulaentoblast nur die innere Zellenauskleidung des rudimentären Gastrulaganges der Chordula, d. h. dessen obere und untere Wandung auf,

b) oder wir verfahren mit radikaler Konsequenz und bezeichnen die gesamte Zellenmasse der Gastrulaeinstülpung im Bereiche der Urmundplatte als Gastrulaentoblast.

Berücksichtigen wir zunächst die erstere Möglichkeit, so ist daran zu erinnern, dass bei der Kreuzotter der Chordulagang einen schmalen, horizontalen Spalt darstellt, welcher von einer oberen und unteren Wandung begrenzt wird.

Wie ich in dem vorigen Kapitel gezeigt habe, verschwindet die untere Wand während und alsbald nach der Perforation des Chordulaganges in die Subgerminalhöhle ganz oder doch fast ganz. Bei der Perforation wandert ein Teil der Zellen ab und associiert sich der Nachbarschaft. Der andere Teil, die Unterwand des Kupfferschen Kanals, spaltet sich sodann seitlich von der Umgebung ab und rückt nach hinten, um hier zum Teil als Metastompfropf an die Oberfläche zu treten, zum Teil bei Zusammenschluss der Seitenlippen der Metastomrinne in das Gewebe des Primitivstreifens mit überzugehen. Aus der ganzen Unterwand wird also für den Embryo nichts von Bedeutung.

Die obere Wandung des Chordulaganges ist der einzige Bestandteil des Gastrulaentoblastes, welcher von vornherein durch die Zusammensetzung aus hohen Epithelzellen scharf charakterisiert wird (vgl. Textfig. 15—19, 26—28, 33, Fig. 187 der Taf. X); nur in den ersten Anfängen der Einsenkung ist der Epithelcharakter noch nicht ausgesprochen und nur durch eine Epithelstreifung ihrer dem Chordulalumen zugewandten Fläche angedeutet. Vgl. Textfig. 14. Hinten am Hinterrande der Vorderlippe geht das Epithel direkt in das Schildepithel über. Vorn wird es fortgesetzt durch den sich anschliessenden Dotterentoblast und den Teil der Unterwand, welcher nach der Perforation nach vorn abgewandert ist. Der kleine Vorsprung am vorderen Ende der ursprünglichen Oberwand des Chordulaganges in Fig. 187 bezeichnet noch den letzten Rest dieser Zellmasse. Aus der epithelialen Oberwand geht nun bei der Kreuzotter ausschliesslich ein kleiner Abschnitt der Chorda hervor und zwar der Abschnitt, welcher vorn von dem aus dem Dotterentoblast stammenden Chordateil, hinten von dem aus dem Primitivstreifen sich differenzierenden Chordateil begrenzt wird. In allen meinen Präparaten von der Kreuzotter habe ich keinen Anhalt dafür gewinnen können, dass auch ein wesentlicher Teil des Darmepithels von der oberen Wand des Chordulaganges geliefert wird, vielmehr habe ich nur feststellen können, dass das vordere Darmepithel aus dem prächordularen, d. h. dem vor der Perforationsöffnung gelegenen Dotterentoblast hervorgeht.

Wenn der Chordulagang sich vorn verbreitert, wie es bei der Ringelnatter oft der Fall ist (vgl. meine Ringelnatterarbeit l. c. z. B. Textfig. 20 auf Seite 708 und Textfig. 23 auf Seite 714), wird aller-

dings die Entscheidung schwierig. Alsdann kann nur der mittlere, gewöhnlich verdickte Teil der Oberwand zur Chorda werden, während das seitlich davon gelegene Epithel der Oberwand wohl unzweifelhaft Darmentoderm werden muss. In diesem Falle beteiligt sich somit auch die Oberwand an der Bildung des Darmepithels. Ihr Anteil daran ist aber wohl nur gering, soweit sich das abschätzen lässt, variiert auch in seinem Vorkommen und seiner Ausdehnung, wie ein Vergleich der Textfig. 23 und 24 auf Seite 714 meiner zitierten Abhandlung zeigt. Dazu kommt, dass seitlich davon Gastrulaentoblast und Dotterentoblast eine von einander untrennbare, indifferente Zellenmasse bilden, deren unterste Zellenlage sich im weiteren Verlaufe als Entoderm abspaltet und in die aus der Oberwand stammende Zellenschicht nach der Perforation direkt übergeht.

Bei den Schlangen kommen also auch Übergänge vor, in welchen weder eine typische Gastrula noch eine reine Chordula mit Dottergastrula vorliegen. Dabei muss ich aber nochmals betonen, dass Gastrulaentoblast und Dotterentoblast auf das innigste miteinander verquickt sind. Es kann daher nicht mit Sicherheit bestimmt werden, was von dem einen und was von dem andern stammt, und die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass diese Übergänge nur scheinbare sind, und dass auch in ihnen das gesamte Darmepithel von dem Dotterentoblast geliefert wird.

Noch schwieriger wird eine sichere Abgrenzung, wenn nach der Perforation des Urdarms der davor gelegene Teil des Urdarmlumens noch weiter nach vorn wächst in einer Ausdehnung, die individuell variiert. Vgl. l. c. Textfig. 17 auf Seite 707 und Textfig. 25—27 auf Seite 716. Auch bei der Kreuzotter kommt dies zur Beobachtung. Diese vordere Tasche bildet sich aber wohl sicher nicht mehr im eigentlichen Gastrulaentoblast, sondern in dem prächordularen Dotterentoblast. Nachdem vor der Perforation Chordafortsatz und Dotterentoblast miteinander verschmolzen sind, wenn sie es nicht schon früher waren, liegt vor der Perforationsstelle nur eine einheitliche, indifferente, dickere Zellenmasse, welche ringsherum mit dem übrigen Dotterentoblast kontinuierlich zusammenhängt. In ihr dringt das Urdarmlumen noch eine Strecke weit durch Dehiscenz der Zellen nach vorn und seitlich vor. Da eine Höhlung durch die Beschaffenheit ihrer Wandung bestimmt wird, so kann diese vordere, im Dotterentoblast liegende Tasche nicht dieselbe Bedeutung beanspruchen, wie der hintere, im Gastrulaentoblast des Chordafortsatzes befindliche Chordulagang. Die untere Wandung der vorderen Tasche lockert sich alsbald von hinten nach vorn, ihre gelockerten Zellenmassen wandern seitlich und nach vorn hin ab. Eine besondere, vom Entoderm abgesetzte Zellenschicht als Begrenzung dieser vorderen Tasche, wie Will sie bei Platydactylus beschreibt, habe ich niemals gesehen.

Fassen wir die oben auf Seite 182 unter b aufgeführte Möglichkeit ins Auge, so müssen wir zunächst präzisieren, welche Zellenmassen dann insgesamt als Gastrulaentoblast zu betrachten sind. Die gesamte Gastrulaeinstülpung wird alsdann bei der Kreuzotter bis zum Zeitpunkte der Perforation repräsentiert durch die Urmundplatte, den von ihr ausgehenden Chordafortsatz (Kopffortsatz der Autoren) und den davon umschlossenen Chordulagang (Urdarm der Autoren). Da wir von letzterem schon seine obere und untere Wandung unter a berücksichtigt haben, blieben von dem gesamten Chordafortsatz noch die mächtigen, seitlich vom Chordulagang gelegenen Zellenpolster übrig. Diese Zellenmassen stellen nun ein indifferentes Zellenmaterial dar, von welchem sich die unterste, einschichtige Lage als Entoderm einfach abspaltet: der Rest bildet den Mesoblast. Bei dieser Auffassung des Gastrulaentoblastes würde aus dem letzteren also ein grosser Teil des Darmepithels und des Mesoblastes hervorgehen. Da nun ur-

sprünglich der Dotterentoblast sich von unten angelagert und wohl das zu unterst gelegene Zellenmaterial der Urmundplatte geliefert hat, wird die sich abspaltende unterste Zellenlage auch sehr wahrscheinlich wohl dotterentoblastischer Herkunft sein. Dafür sprechen auch ihr peripherer Zusammenhang mit dem Dotterentoblast und das nicht selten zur Beobachtung kommende Vorhandensein von Dotterentoblastsprossen an ihr.

Das Gleiche trifft auch für die Differenzierung des Zellenmaterials der eigentlichen Urmundplatte zu. —

Auch nach der Perforation und nach Ausbildung des Primitivblastems bleibt die Differenzierungsart des Darmentoderms durch Abspaltung dieselbe. Im vorigen Kapitel Abschnitt 5 wurde darauf hingewiesen, dass auf der Kuppe des Primitivhöckers, dort wo die Differenzierung der Primitivorgane beginnt, das Entoderm gewöhnlich nicht abgrenzbar ist und sich bei dem Längenwachstum des Embryos vom Primitivhöcker aus erst nach vorn hin abspaltet. —

Am kompliziertesten gestaltet sich der Entstehungsprozess des Mesoblastes. Wir müssen dabei unterscheiden zwischen dem embryonalen und extraembryonalen Mesoblast, wenn beide auch kontinuierlich ineinander übergehen. Die Entstehung des embryonalen Mesoblastes differiert etwas im Stadium des Prostoms, des Metastoms und der Primitivrinne.

Betrachten wir zunächst die erste Anlage des Mesoblastes!

Dieselbe stellt sich im Prostomstadium des Blastoporus als einfacher Abspaltungsprozess dar und beruht auf der Abspaltung des Entoderms von den unter b oben aufgeführten indifferenten Zellenmassen: was vom letzteren übrig bleibt und zwischen dem differenzierten Ektoderm und Entoderm lagert, ist Mesoblast. Dabei hängen die beiden Mesoblastpolster des Chordafortsatzes neben der Chordaanlage mit letzterer anfangs in ganzer Ausdehnung zusammen, um sich dann von hinten nach vorn davon abzuspalten; aber auch in späteren Embryonalstadien werden Chordaepithel und Mesoblast in einer vorderen Zone noch in Zusammenhang gefunden. Wenn man will, kann man daher auch diesen Teil der Chorda als mesoblastisch bezeichnen. Wenn man dagegen den ganzen Chordafortsatz als Gastrulaentoblast auffasst, so muss man dem Mesoblast sowohl als auch diesem Chordaabschnitt einen entoblastischen Ursprung vindizieren. Beide Auffassungen haben ihre Berechtigung und kommt es ganz auf den Gesichtspunkt an, von welchem aus diese Dinge betrachtet werden.

Im einzelnen gestalten sich der Abspaltungsprozess und die Entstehung des Mesoblastes in den ersten Stadien des Blastoporus einschliesslich des Prostoms bei der Kreuzotter nun folgendermassen.

Wie im vorigen Kapitel gezeigt, besteht die Urmundplatte, solange noch Dotterentoblastzellen sich ihr associieren, aus einfachem, indifferentem Blastemgewebe. Fig. 184 und 186 der Taf. IX. Erst nachdem die Association von seiten des Dotterentoblastes aufgehört und die Unterfläche der Urmundplatte sich mehr geebnet hat, differenziert sich an letzterer die unterste Zelllage und spaltet sich als einfaches Zellenblatt ab. Dies ist das Entoderm, welches also zuerst an der Unterfläche der Urmundplatte in die Erscheinung tritt; was übrig bleibt, ist zunächst noch Ektoblastem, weil es noch mit dem Ektoderm zusammenhängt. In Textfig. 14 hat die Abspaltung des Entoderms eben erst an einer kleinen Stelle der Urmundplatte begonnen; in den Textfig. 11 und 16 ist sie noch nicht weit vorgeschritten, obwohl der Urdarm schon ziemlich seine definitive Länge erreicht hat und kurz vor der Perforation steht; in den etwas späteren Stadien der Textfig. 15, 17 und 18 ist die Abspaltung dann vollendet. Das Entoderm ist dabei anfangs meist noch

recht unregelmässig, mit in den Subgerminalraum vorragenden Sprossen und Anhängen versehen (vgl. z. B. Textfig. 17) und geht in die in der Umgebung des Embryos angehäufte Zellenmasse des Dotterentoblastes kontinuierlich über. Die Elemente dieses Entoderms sind kubisch oder leicht abgeplattet oder auch unregelmässig und liegen gewöhnlich in einer Schicht; hier und da sind in ihr auch mehrere Zellen übereinandergehäuft: vgl. Fig. 187 der Taf. X links.

Etwas später beginnt am hinteren Rande der nunmehr aus Ektoblastem bestehenden Urmundplatte die Differenzierung in Ektoderm und Mesoblast. Das Ektoderm sondert sich gegen den Urmund hin zunächst eine kleine Strecke weit deutlich ab; zugleich schiebt sich die darunter gelegene Zellenmasse etwas nach hinten hin vor. In den Textfig. 11, 14, 16 und 17 ist dieser Prozess noch nicht eingetreten und nur erst Ektoblastem vorhanden. In der Textfig. 14 geht das Ektoblastem der Urmundplatte ausnahmsweise direkt in die syncytiumartige, dem Ektoderm angelagerte Dotterentoblastmasse über und dokumentiert auch dadurch die Herkunft eines grossen Teiles seiner Zellen aus dem Dotterentoblast. Gewöhnlich besteht dieser Zusammenhang aber nicht, und findet sich am hinteren Rande der Urmundplatte nur eine dünne Lage von Dotterentoblast. In der Textfig. 15 ist soeben am hinteren Rande der Urmundplatte ein noch sehr kurzer Mesoblastfortsatz in die Erscheinung getreten. Dieser Fortsatz vergrössert sich nun, indem sich die Zellenmasse aus dem unteren Teile der Urmundplatte nach hinten hin vorschiebt, zugleich unter mitotischer Vermehrung ihrer Elemente. Dabei wird naturgemäss die Urmundplatte immer dünner und verschwindet als Hinterlippenvorsprung, wie oben geschildert, schliesslich ganz. Vgl. die Textfig. 15, 18 und 26 und Fig. 187 auf Taf. X. So entsteht zunächst aus der Ektoblastemsubstanz der Urmundplatte der hintere Mesoblast, wenigstens ein Teil desselben (siehe unten). Jetzt lassen sich auf dem Durchschnitt deutlich die typischen drei Keimblätter unterscheiden. Die Abgrenzung des Ektoderms vom Mesoblast erstreckt sich vorn aber nur bis in die Nähe der Urmundöffnung, niemals bis in den Boden des Kupfferschen Kanals hinein. Oben wurde schon darauf hingewiesen, dass in dem Blastoporusstadium der Metastomrinne die vordere Grenze des Ektoderms sich wieder etwas nach hinten hin verschiebt, da das Gewebe im Grunde der Metastomrinne Ektoblastemcharakter annimmt.

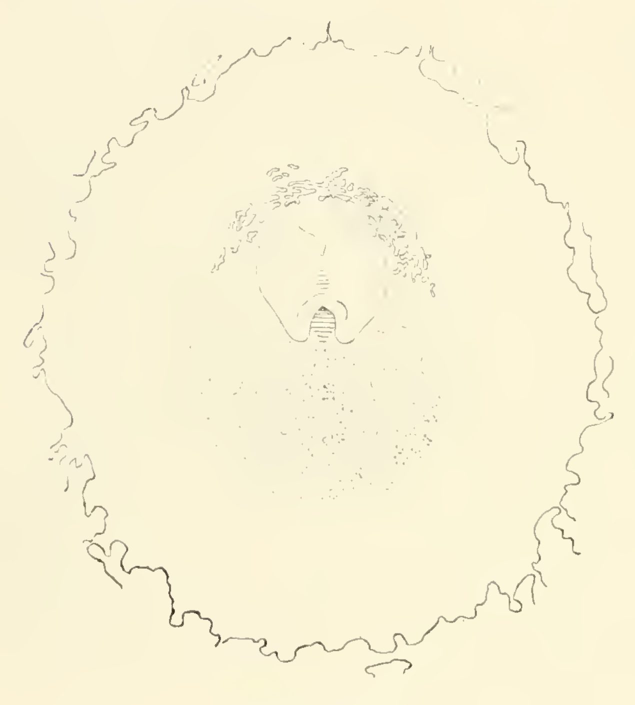
Der hintere Mesoblast ist anfangs ziemlich dick (Textfig. 18, Fig. 187 der Taf. X), wird aber alsbald auf den Entwickelungsstufen der Fig. 98—104 und den folgenden recht dünn. Textfig. 26.

Die Textfig. 19a—c haben uns dargetan, dass in dem Chordafortsatz neben dem kleinen, spaltförmigen Urdarmlumen auf jeder Seite eine dicke, leicht abgeplattete, lateralwärts sich verschmälernde Zellenmasse liegt. Wie ein Vergleich mit den Längsschnitten zeigt, hängt sie nach hinten kontinuierlich mit dem Blastem der Urmundplatte zusammen und stellt den seitlichen Teil des nach vorn unter das Schildektoderm vorgeschobenen Chordafortsatzes der Urmundplatte dar. Vgl. Textfig. 13. In den Schnitten befindet sich daher über dieser Masse das von ihm scharf abgesetzte Schildepithel. Das Entoderm ist dagegen anfangs noch nicht differenziert und spaltet sich zuerst am lateralen Rande dieser Blastemmasse ab. Dadurch entsteht auch hier — ebenso wie am hinteren Rande der Urmundplatte — ein anfangs nur kleiner Mesoblastvorsprung, welcher aber alsbald dadurch, dass die Elemente der Blastemplatten zwischen Ektoderm und Entoderm vorwandern, lateralwärts und nach vorn wächst; auch medianwärts gewinnt der Mesoblast infolge weiterer Abspaltung des Entoderms an Ausdehnung. Vgl. Textfig. 19a—c. Infolgedessen verkleinern sich auch hier die lateralen Zellpolster des Chordafortsatzes wesentlich.

So entstehen drei Mesoblastplatten, eine hinter dem Urdarm gelegene und zwei seitlich davon befindliche, welche ich einfach als hinteren und lateralen Mesoblast*) bezeichnen will. Die lateralen Mesoblastplatten sind ganz zu Anfang seitlich vom Urmundrande noch eine ganz kurze Strecke vom hinteren Mesoblast getrennt, wie Sagittalschnitte lehrten. Sehr bald verschmelzen sie aber, sodass die seitlichen Mesoblastplatten in den hinteren Mesoblast ohne Grenze direkt übergehen.

Da der laterale Mesoblast aus den Seitenteilen des Chordafortsatzes hervorgeht und der letztere vom Zellenmaterial der Urmundplatte geliefert wird, hat der laterale Mesoblast im Grunde denselben Ursprung, wie der hintere Mesoblast. Die erste Anlage des Mesoblastes ist daher eine durchaus einheitliche, der Mesoblast stammt aus dem Zellenmaterial in der Umgebung des Urmunds, er ist peristomatischer Herkunft.

Über die Beteiligung des Dotterentoblasts an dem ausserembryonalen Mesoblast siehe unten.



Textfig. 52.
Flächenansicht eines Embryos im Übergangsstadium vom Prostom zum Metastom. Das punktierte Mesoblastfeld ist umgeben von der Zona pellucida, welche ihrerseits von der Zona opaca eingerahmt wird. Vergrösserung 10.

Medianwärts sind die lateralen Mesoblastplatten durch das anfangs mit ihnen zusammenhängende Chordaentoderm, resp. die Chorda von Anfang an von einander geschieden (siehe das Kapitel über die Entstehung der Chorda), während nach hinten zwischen sie und den hinteren Mesoblast die Urmundspalte mit ihrem Ektoblastem in ganzer Breite dazwischentritt.

Wenn man nach den Serien durch die Embryonalstadien bald nach dem Durchbruch des Urdarms in die Subgerminalhöhle, etwa der Fig. 83, 89, 97, die Ausdehnung des Mesoblastes im Flächenbilde rekonstruiert, so sieht man, dass der Mesoblast zuerst nach hinten am weitesten vordringt in Gestalt eines zungenförmigen Streifens, vgl. Fig. 187 auf Taf. X; seitlich und nach vorn dagegen ist das mittlere Keimblatt nur erst eine kurze Strecke differenziert; nach vorn läuft es, entsprechend dem seitlichen Schildrande, in eine Spitze aus.

Auf diesem Stadium besitzt der Mesoblast die Form einer breiten, nach hinten stark verlängerten, die Urmundgegend einschliessenden Sichel, welche der bei anderen Reptilien beschriebenen „Mesodermsichel" entspricht.

Alsbald dehnt sich der Mesoblast zentrifugal weiter aus. Besonders nach vorn wachsen die lateralen Mesoblastplatten nach Abspaltung von dem Chordaepithel in Gestalt zweier hörnchenartiger Fortsätze vor, welche sich später medianwärts umbiegen und vor dem Embryo zur Vereinigung kommen, wie die Flächen-

*) C. Rabl hat in seiner „Theorie des Mesoderms" (Morphologisches Jahrbuch 1889, Bd. XV) bei Selachiern denjenigen Teil des Mesoderms, welcher neben dem Chordaentoderm seinen Ursprung nimmt, als gastrales Mesoderm und denjenigen, welcher vom Entoderm des Umschlagrandes entspringt, als peristomales Mesoderm bezeichnet.

bilder der Taf. IV und V zeigen. Zwischen den Mesoblasthörnern erhält sich ein mesoblastfreier Bezirk, das Proamniosfeld. Die flächenhafte Expansion des Mesoblastes geht ziemlich schnell vor sich, sobald seine Differenzierung einmal in die Wege geleitet ist. Während seine Ausdehnung im Prostomstadium des Blastoporus nach vollständig erfolgter Perforation des Urdarms noch gering ist (Textfig. 19), hat das Mesoblastfeld in den darauffolgenden Übergangsstadien des Blastoporus zum Metastom schon einen beträchtlichen Umfang erreicht. In der obenstehenden Textfig. 52 ist durch Punktierung die Ausdehnung des ausserhalb des Embryos befindlichen Mesoblastfeldes eines Keimes bezeichnet, welcher den Übergangsstadien der Fig. 98 der Taf. IV, resp. der Textfig. 20—22 entspricht. Der hintere Mesoblast hat die grösste Ausdehnung erlangt, sodass der Embryo exzentrisch im vorderen Bereich des Mesoblastfeldes sitzt. Am wenigsten ist der Mesoblast nach vorn hin vorgedrungen, und befindet sich hier nur eine schmale, durch die Mesoblasthörner repräsentierte Zone. Hier und auch seitlich dahinter lagern in diesen und auch noch in späteren Stadien meist reichliche Dotterentoblastfortsätze, welche im Flächenbilde die Ausdehnung der Mesoblasthörner oft verdecken. Das Studium der Serie ergab, dass in dem Präparat der Textfig. 52 die Mesoblasthörner vor dem Embryo noch nicht zur Vereinigung gekommen waren.

Der Zeitpunkt der Vereinigung der Hörner ist verschieden, wie ein Blick auf Taf. V zeigt. In den weiter vorgeschrittenen Embryonen der Fig. 109, 111 und 113 mit Metastom- resp. Primitivrinne sind die Hörner noch durch mehr oder weniger breite Zwischenräume von einander getrennt, während sie in den übrigen meist ziemlich gleichaltrigen Embryonen der Fig. 110, 112, 114 und 115 zusammengeflossen sind. Nur in seltenen Fällen bleibt in noch späteren Stadien ein breiterer, mesoblastfreier Raum zwischen ihren Spitzen bestehen, wie es in Fig. 126 und besonders Fig. 131 der Taf. VI vorliegt.

Der ganze extraembryonale Mesoblast, der spätere Gefässhof des Dotterkreislaufes, stellt ein längliches oder auch annähernd kreisrundes Feld dar (Textfig. 52, Fig. 131, 132 und 143 der Taf. VI), welches meist eine etwas unregelmässige Begrenzung hat (Fig. 131, 132, 143).

Das ausgebildete Mesoblastfeld ist nach aussen umgeben von einer verschieden breiten, durchscheinenden Zone, der Zona pellucida (Textfig. 52, Fig. 143), welche jetzt von einem sehr dünnen, einschichtigen Ektoderm und einem ein wenig dickeren, dem Ektoderm dicht anliegenden, einschichtigen, glatten, nur selten mit Sprossen oder Verdickungen versehenen Entoderm zusammengesetzt wird. Eingerahmt wird die Zone schliesslich von einer zackig vorspringenden, weisslichen, undurchsichtigen Zona opaca. Textfig. 52, Fig. 143. Auch im Bereiche dieser Zone ist das Ektoderm sehr dünn und einschichtig, während an Stelle des regelmässigen Entoderms der Zona pellucida eine dicke, unregelmässige, stark dotterhaltige Entoblastzellenmasse getreten ist und die weissliche und undurchsichtige Beschaffenheit dieser Zone verursacht.

Aus dem lateralen Mesoblast geht im Prostomstadium des Blastoporus ein Teil des embryonalen Mesoblastes hervor.

Im Blastoporusstadium der Metastomrinne lässt sich feststellen, dass das Ektoderm der Seitenlippen des Blastoporus unter Verbreiterung direkt in den embryonalen Mesoblast übergeht. An der Übergangsstelle sind Mitosen nicht selten. Ihre Spindelachse ist dabei häufig so gerichtet, dass daraus geschlossen werden kann, dass durch Teilung der Zellen Elemente aus dem Ektoderm in den Mesoblast nach unten einrücken.

Wie sich nach Entfaltung der Primitivrinne der embryonale Mesoblast aus dem Primitivblastem differenziert, ist in dem Abschnitt 5 des vorigen Kapitels geschildert worden und muss darauf verwiesen werden. Auch nach Entstehung des Canalis neurentericus geht der Mesoblast durch Differenzierung aus dem indifferenten Keimgewebe in der Umgebung des neurenterischen Kanals hervor.

Aus der obigen Darlegung erhellt, dass der erste Anstoss zur Mesoblastentwickelung von der Gastrulaeinstülpung im Bereich der Urmundplatte gegeben wird. Nachdem der Mesoblast sich hier durch Abspaltung des Entoderms differenziert hat, breitet er sich von der Urmundplatte zentrifugal rings um den Embryo aus, mit Ausnahme des medialen, von der Chorda eingenommenen Streifens und des Proamniosfeldes. Wir müssen nun prüfen, durch welche Momente die Expansion des ausserembryonalen Mesoblastes bedingt wird und welche Faktoren dabei mitspielen. Ferner ist zu untersuchen, ob und wie weit der Dotterentoblast sich an der Entstehung und dem Wachstum des Mesoblastes beteiligt.

Wie oben schon angedeutet, kommt zunächst die aktive Wanderung der Zellen selbst in Betracht. Dort wo die Elemente von den Keimlagern der Urmundplatte abwandern wollen, gewöhnlich in ihren unteren Partien, lockern sich die Zellen, werden amöboid und gleiten zentrifugal zwischen Entoderm und Ektoderm ab.

Sodann tritt in dem Mesoblast eine Zellenwucherung ein, welche hervorgebracht wird durch zahlreiche mitotische Teilungen der Elemente; die Spindelachsen der Mitosen liegen dabei oft horizontal. Die Zellenwucherung wird eine Ausbreitung des Mesoblastes zur Folge haben, besonders wenn sie in bestimmter Richtung erfolgt.

Diese beiden Faktoren sind es aber sicher nicht ausschliesslich, welche die Ausbreitung des Mesoblastes bedingen. Vielmehr spielt dabei auch der Dotterentoblast eine sehr wesentliche Rolle, ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei der Kreuzotter dem Dotterentoblast weit mehr Bedeutung für die Mesoblastentfaltung zukommt, als den genannten Momenten.

Schon bei der ersten Differenzierung des Mesoblastes in den auf die Perforation des Urdarms unmittelbar folgenden oder auch den kurz vorhergegangenen Stadien ist folgendes zu beachten:

Auf Seite 113 wurde bei Beschreibung der Gastrulationsvorgänge kurz vor und nach der Perforation geschildert, dass sich die noch stark mit Dottertröpfchen beladene Dotterentoblastmasse auf diesen Entwickelungsstadien dem Ektoderm dicht angelagert hat und hier in der Umgebung des Embryos am Schildrande eine dicke, syncytiumartige Schicht bildet. Vgl. Fig. 177 auf Taf. VIII und Fig. 187 auf Taf. X links; ferner auch die Textfig. 14—19 auf Seite 106—109. Später tritt eine Lockerung und Verteilung dieser Zellenmasse ein. Wenn nun der Mesoblast sich von der Urmundplatte aus differenziert, so kommt es sehr oft vor, dass er an seinem peripheren Rande mit der indifferenten Entoblastmasse so innig verschmilzt, dass sich auch nicht die geringste Grenze nachweisen lässt. Das habe ich besonders am vorwachsenden Rande des hinteren Mesoblastes, aber auch am seitlichen, beobachtet. In der Fig. 187 der Taf. X ist links am hinteren Rande des hinteren Mesoblastes der Zusammenhang zu sehen. In diesem Präparat hebt sich aber der Mesoblast noch ganz gut von dem stark dotterhaltigen Entoblast dadurch ab, dass ihm grössere Dottertröpfchen fehlen. Wenn der Dotterentoblast aber dotterärmer wird, wie es einzutreten pflegt, wenn er sich lockert und verdünnt, so sehen die Mesoblast- und Entoblastelemente völlig gleich aus und sind nicht zu unterscheiden, wenn die Grenze schwindet. Solche Stellen bietet jedes Präparat in grosser Zahl. Allerdings ist hervorzuheben, dass auch in vielen Schnitten der periphere Rand des

Mesoblastes frei hervortrat, und kein Zusammenhang mit dem Dotterentoblast bestand. Das war besonders der Fall in den Präparaten, welche mit Chromsäure oder solchen Reagentien behandelt waren, welche eine Schrumpfung und Lockerung der Keimschichten von einander bewirken. Die mit Eisessigsublimat und Zenkerscher Flüssigkeit behandelten Präparate verdienen aber den Vorzug. Nicht selten war in einer Anzahl von Schnitten der kontinuierliche Zusammenhang vorhanden, während er in den Nachbarschnitten aufgehoben erschien.

Es fragt sich nun, ob die Kontinuität des Mesoblastes mit dem dicken Dotterentoblast einfach dadurch hervorgerufen wurde, dass der vorwachsende Mesoblast an die Entoblastzellenmasse angestossen und damit ohne weitere Bedeutung sekundär verklebt war. Die zweite Möglichkeit ist die, dass dieser Zusammenhang für die Propagation des ausserembryonalen Mesoblastes von Wichtigkeit ist und darauf hindeutet, dass der Entoblast schon auf diesem Stadium Zellenmaterial an den Mesoblast abgibt. Ich persönlich halte das letztere für durchaus wahrscheinlich, ein zwingender Beweis dafür lässt sich aus den Schnittbildern der Präparate aber nicht herleiten. Dafür habe ich auf etwas späteren Entwickelungsstufen die sichersten, unumstösslichen Beweise erhalten, dass der Dotterentoblast einen ganz bedeutenden Anteil an der Ausbreitung und Vergrösserung des Mesoblastes nimmt und eine sehr grosse Anzahl von Zellen aus seinem entodermatischen Verbande direkt an ihn abgibt.

In den von mir unterschiedenen Übergangsstadien des Blastoporus zum Metastom (vgl. z. B. Fig. 98 der Taf. IV und die Textfig. 20—22) und in den kurz vorangegangenen Stadien lockert und verteilt sich nämlich zentrifugal die erwähnte dicke, dotterhaltige Entoblastmasse und wird zu einem einschichtigen Dotterentoderm, wie schon in Fig. 187 der Taf. X links angedeutet ist. Dieses Dotterentoderm ist anfangs noch ziemlich uneben und verschieden dick. Später, nachdem der Mesoblast sich differenziert hat, wird es unter dem letzteren dünner und mehr gleichmässig.

Nur im Randbezirk des Mesoblastfeldes, dort wo der Mesoblast sich ausbreitet und vorwächst, bewahrt das Entoderm eine abweichende Beschaffenheit und zeichnet sich durch zweierlei Besonderheiten aus:

1. Das Dotterentoderm ist hier, solange der Mesoblast noch vorwächst, verdickt, indem seine Elemente grösser und höher geworden sind und ein mehr succulentes Aussehen darbieten. Gewöhnlich ist nur eine Lage von Zellen vorhanden, selten besteht eine etwas undeutliche, geringe Schichtung. Vgl. Fig. 188 rechts und Fig. 194 auf Taf. X. Diese Erhöhung und Veränderung der Entodermzellen deutet darauf hin, dass an dem vorwachsenden Mesoblastrande grössere Ansprüche an das Entoderm gestellt werden. Man hat sich zu denken, dass das Entoderm, solange noch keine Blutgefässe bestehen, die Ernährung der Keimblätter vermittelt, seine freie, gegen den Liquor nutritivus gerichtete Oberfläche ist ja auch mit kleinen Dottertröpfchen dicht besetzt.

Dass das Entoderm durch gesteigerte Ansprüche, welche durch die darüber befindlichen Keimlagen gegeben werden, in der Weise alteriert wird, dass seine Elemente an Grösse zunehmen, habe ich einigemal an solchen Embryonen feststellen können, welche in vivo ein wenig verletzt waren, wahrscheinlich während des Fanges oder des Transportes der Muttertiere. Das Ektoderm war an diesen Stücken meist an einer kleinen Stelle ausserhalb des Embryos im Bereich des Mesoblastfeldes zu Grunde gegangen oder hatte sich blasenartig abgehoben, sodass der Mesoblast z. T. frei vorlag. Die Verletzungen waren aber nur gering und bestand offenbar die Tendenz, sie zur Ausheilung zu bringen, was jedenfalls auch wohl

eingetreten wäre. Unter diesen Stellen erschien nun das einschichtige Entoderm auffällig verdickt, seine Elemente waren gross und succulent. Ich denke mir, dass diese Vergrösserung weniger durch die Verletzung selbst als durch die gesteigerte Inanspruchnahme des Entoderms bei der intendierten Heilung verursacht wurde.

2. Ist die Unterfläche des Dotterentoderms am Rande des vorwachsenden Mesoblastfeldes gewöhnlich sehr uneben und rauh infolge der Anwesenheit zahlreicher sprossenartiger Anhänge. Diese stellen die letzten Reste der oben erwähnten ursprünglichen, dicken Entoblastzellenmassen dar, sind verschieden gross und verschieden gestaltet, setzen sich bisweilen auch miteinander in Verbindung. Vgl. Fig. 188 rechts und Fig. 194 der Taf. X. Am zahlreichsten und längsten erhalten sie sich vorn, weil hier der Mesoblast am spätesten zur Ausbildung kommt. Vgl. Textfig. 32b und 52. Die Entodermsprossen sind auf diesem Entwickelungsstadium fast immer solide, ohne Lumen, die zelligen Elemente, welche sie zusammensetzen, erscheinen aber oft, besonders in früheren Stadien, gelockert.

Die unter 1 und 2 genannten Stellen des Dotterentoderms am Rande des vorwachsenden Mesoblasts sind nun die Ursprungsstätten von Mesoblastzellen. Am leichtesten ist das an den Entodermsprossen nachzuweisen. Man sieht hier oft, dass ihr Inhalt direkt mit den Mesoblastzellen zusammenhängt und sich gewissermassen in den Zwischenraum zwischen Ektoderm und Entoderm ergiesst. Fig. 188 rechts. Die zelligen Bestandteile der Entodermsprossen zeigen nun gewöhnlich eine merkwürdige Differenzierung. An ihrer Oberfläche sondert sich nämlich eine deutlich unterscheidbare Zellenlage ab, welche mit dem übrigen einschichtigen Entoderm zusammenhängt und gewissermassen eine Wandung bildet, die nicht selten noch deutlicher abgegrenzt erscheint, als in Fig. 194 der Taf. X. Sie umschliesst eine oft grosse Anzahl von Zellen, die in lockerem Verbande den ganzen Binnenraum ausfüllen. So entstehen förmliche drüsenartige Zellenbeutel. Die in den Beuteln befindlichen Zellen sind etwas grösser, als die gewöhnlichen Entodermzellen der Nachbarschaft, runden sich leicht ab und besitzen einen, bisweilen auch 2—3, selten mehr Kerne. Fig. 194. Unter Umständen kann man jedoch feststellen, dass diese Mehrkernigkeit der Zellen nur scheinbar ist und dadurch bedingt wird, dass sich einkernige Zellen dicht aneinandergelagert haben; ihre Grenzen lassen sich dann bei stärkerer Vergrösserung erkennen. Bemerkenswert ist auch die Beschaffenheit ihres Protoplasmas, welches mit zahlreichen kleinen, dunkeln Tröpfchen durchsetzt ist, die wahrscheinlich aus Dotter oder dessen Derivaten bestehen. Fig. 194. Wie sich durch zahlreiche Übergänge auf früheren Entwickelungsstufen nachweisen lässt, leiten sich diese Zellen von den an grossen Dottertröpfchen reichen, vom Dotter abgefurchten Dotterentoblastzellen her.

Der ganze Inhalt dieser Zellbeutel ergiesst sich nun in den Raum zwischen Ektoderm und Entoderm und wird zum Mesoblast. Fig. 194 zeigt diesen Übergang der Zellen an einem Präparate, welches dem Rande des Mesoblastfeldes der Fig. 98 der Taf. IV entnommen wurde. Der Zellbeutel sitzt hier gerade unter der peripheren Grenze des Mesoblasten, welcher noch nicht bis an das linke Ende der Zeichnung vorgedrungen ist. An dieser äussersten vorgeschobenen Grenze befinden sich in den Präparaten oft ganz vereinzelte, nicht selten isoliert liegende Mesoblastzellen, deren Abgrenzung von dem Entoderm bisweilen schwierig ist. Rechts sitzt dem Entoderm noch eine zweite kleinere Sprosse an, die ihren Inhalt gleichfalls in den Mesoblastraum entleert, in welchen schon eine ihrer grösseren, mehrkernigen Zellen übergetreten ist. An dieser Sprosse sieht man, dass die dotterhaltigen grossen Zellen auch der Wandung der Entodermsprossen angehören können.

Da die Zahl und Grösse der Entodermsprossen eine beträchtliche ist (vgl. z. B. Textfig. 32b und 52), und da ihre Elemente sich noch durch Mitose vermehren, so folgt daraus, dass dem Mesoblast schon aus diesen Entodermsprossen eine sehr grosse Anzahl von Elementen zugeführt werden muss. Allerdings ist es nur immer der Inhalt der Sprossen, während ihre Wandung bei dem Verstreichen der Sprossen direkt in das Entoderm übertritt und in ihm aufgeht.

Diese Art der Mesoblastbildung traf ich in den Stadien der Fig. 98—104 der Taf. IV, in denen der Taf. V und auch noch in manchen jüngeren Stadien der Taf. VI an. Besonders in den genannten Embryonen der Taf. IV war die Ausschüttung der Zellen in den Mesoblast sehr auffällig, vor allem am vorderen Mesoblastrande. Je älter die Stadien werden, um so mehr tritt sie naturgemäss zurück, da die Sprossen sich aufbrauchen. Es muss hervorgehoben werden, dass nicht an allen untersuchten Embryonen der betreffenden Stadien die geschilderte Mesoblastbildung zu erkennen war: bei manchen war der Übergang der Entodermzellen in den Mesoblast nicht so evident. Das erklärt sich, wie ich mir denke, vielleicht durch Differenzen in den Ernährungsverhältnissen der betreffenden Eier; vielleicht findet die Absonderung der Zellen auch schubweise statt. Auch ist sie oft auf beiden Seiten desselben Embryos ungleich.

Man kann mir nicht einwenden, dass es sich hierbei nicht um eine Absonderung von Zellen in den Mesoblast handelt, sondern dass vielmehr der Mesoblast in diese Entodermsprossen eingewandert sei. Denn abgesehen davon, dass die Sprossen in diesen Stadien fast immer solide, d. h. ohne Lumen sind, mithin auch etwa vordringenden Mesoblastzellen keinen Einlass geben können, ist der dotterhaltige Zelleninhalt der Sprossen auch so eigenartig, dass er nur dem Dotterentoderm angehört; diese oben näher charakterisierten Zellen finden sich vorher nicht im Mesoblast, sie können daher auch nicht zugewanderte Mesoblastzellen sein. Noch krasser wird der Unterschied von den Mesoblastzellen, wenn sich in den vom Dotterentoderm stammenden Rundzellen noch grössere Dottertropfen erhalten haben, wie ich das einige Male beobachten konnte.

Ausser der Absonderung des zelligen Inhalts der Entodermsprossen ist noch ein zweiter Modus der Mesoblastbildung von seiten des Dotterentoderms festzustellen, der im Grunde aber auf denselben Vorgang zurückzuführen ist. Man sieht nämlich häufig, dass sich im Bereich des hohen, einschichtigen Dotterentoderms aus dessen Verbande Zellen ablösen und in den Mesoblast übertreten. Diese Zellen sehen ebenso aus, wie der Inhalt der Entodermsprossen, besitzen meist eine rundliche Form und einen charakteristischen, feinkörnigen Dotterinhalt. In Fig. 194 befindet sich in dem zwischen den beiden Sprossen gelegenen Entoderm eine solche mit 2 Kernen versehene Zelle, welche im Begriff ist, in den Mesoblastraum überzutreten. Ich habe derartige Ablösungen von Rundzellen nicht nur am Rande des Mesoblasthofes, sondern auch in seinem ganzen Bereiche beobachtet, bisweilen auch an solchen Stellen, an welchen noch gar kein Mesoblast vorhanden war, z. B. in dem mesoblastfreien Raume des Proamnios; die abgeschnürten Zellen lagern dann einfach isoliert zwischen Ektoderm und Entoderm.

Die abgewanderten Zellen bleiben gewöhnlich in der Nähe des Entoderms liegen, können sich aber auch zwischen die Elemente des Mesoblastes in diesen hinein begeben.

Die obigen Untersuchungen haben dargetan, dass das vom Dotterentoblast stammende Entoderm eine grosse Anzahl von Zellen an den extraembryonalen Mesoblast abgibt. Es fragt sich nun, welche Verwendung diese Zellen im Mesoblast finden.

Nachdem die mit kleinen Dottertröpfchen durchsetzten Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast übergetreten sind, bleiben sie in letzterem nur noch kurze Zeit kenntlich und lassen sich von den übrigen Mesoblastzellen unterscheiden. Alsdann schwinden die Unterschiede. Jetzt treten die ersten Anfänge der Hämangioblasten, der Mutterzellen der späteren „Blutinseln", in die Erscheinung, in Gestalt kleiner, sich mit Karmin leicht diffus rot färbender Zellklumpen mit anfangs nur wenigen Kernen.

Diese Zellenklumpen wachsen dann im Laufe der späteren Entwickelung beträchtlich und werden zu den bekannten grossen Syncytiumstücken mit den sehr zahlreichen Kernen. Mitosen kommen in ihnen häufig zur Beobachtung, aber auch dann, wenn die Kerne noch wenig zahlreich sind, befinden sich niemals alle Kerne im Zustande der indirekten Teilung, sondern nur einzelne, während die übrigen im Ruhezustande verharren. An den grossen Hämangioblasten tritt später eine Lockerung der Elemente ein, wobei die Zellgrenzen deutlich werden, der erste Beginn der Blutzellenbildung. Diese Momente sprechen dafür, dass die Hämangioblasten, welche in ihrer ersten Anlage als Riesenzellen imponieren können, als syncytiumartige Zusammenlagerungen von Zellen aufgefasst werden müssen, die temporär mit ihren Zellenleibern verschmolzen sind. Am frühesten treten die Hämangioblasten in dem hinteren Mesoblast auf, wohl aus dem Grunde, weil dieser am frühesten fertig ist, zuletzt im vorderen Mesoblast; solange in dem letzteren noch reichlich Zellenabstossungen vom Entoderm aus stattfinden, fehlen sie dort oder sind nur spärlich und klein.

Die ersten Anfänge der Hämangioblastenbildung wurde in vereinzelten Embryonen, welche sich auf der Entwickelungsstufe der Fig. 100—103 befanden, beobachtet, während in anderen gleichalterigen Stücken davon noch nichts zu sehen war. Die Stadien der Fig. 109—115 auf Taf. V wiesen sie besonders im Bereiche des hinteren Mesoblastfeldes schon konstant auf in Gestalt von 3- bis 20- und mehrkernigen Zellklumpen. Eine ansehnliche Grösse hatten die sich etwas intensiver färbenden Hämangioblasten im Mesoblasthof der Embryonen der Taf. VI erlangt, um dann auf den Entwickelungsstufen, auf welchen sich die älteren Embryonen der Taf. VII befanden, als grosse, unregelmässige, weissliche Stippchen und zackige, hier und da konfluierende Strichelchen schon makroskopisch an dem fixierten Präparat sichtbar zu werden. Der extraembryonale Mesoblasthof dieser letzteren Embryonen war kreisrund, oval, länglich oder auch etwas unregelmässig und mass in seinem längsten Durchmesser 5—7 mm; der Embryo lag in ihm exzentrisch gegen den vorderen Rand hin. Die dem Blutinselstadium sich nähernden Zellenhaufen von verschiedener Form und Grösse waren hinten und seitlich in einer peripheren Zone angeordnet. Am kleinsten blieben sie vorn, wo sich das hohe Entoderm in niedrigen, mehr oder weniger konzentrischen Falten erhob. In den grössten Hämangioblasten hatten sich die Zellen schon etwas von einander gelockert, sodass zu einem jeden Kern eine kleine, rundliche Zelle gehörte. Aus diesen sich noch mehr von einander lockernden Zellen geht sodann in etwas späteren Stadien durch reichliche mitotische Teilung das embryonale Blut des Dotterkreislaufes hervor.

Ich glaube nun annehmen zu dürfen, dass die Hämangioblasten und damit die „Blutinseln" und die ersten Anfänge des embryonalen Blutes aus den vom Entoderm sich ablösenden Rundzellen hervorgehen, wenn auch direkte Übergänge der einen Zellform in die andere schwer nachweisbar sind, da die Rundzellen nach ihrem Übertritt in den Mesoblast bald ihr charakteristisches Aussehen verlieren. Die oben erwähnten kleinen, nur erst mit wenigen Kernen versehenen, diffus gefärbten Hämangioblasten schienen mir diese Übergangsform zu sein. Dafür sprechen die folgenden Umstände:

1. Die Hämangioblasten liegen fast immer dem Entoderm unmittelbar an und buchten dasselbe, wenn sie grösser werden, ein wenig vor; dabei zieht der Mesoblast, nach Ausbildung des Coeloms auch das dünne viscerale Mesoderm. über das Syncytium hinweg, sodass das letztere zwischen ihm und dem Entoderm liegt.

2. Oft habe ich in grösseren, fast oder selbst ganz abgeschnürten, in den Liquor nutritivus hineinragenden Entodermsprossen als Inhalt völlig ausgebildete, umfangreiche Hämangioblasten angetroffen, die mithin in gar keinem Zusammenhange mit dem Mesoblast standen und jedenfalls auch wohl nicht gestanden haben. Ich denke mir, dass in diesen Sprossen die Ausleerung der Rundzellen in den Mesoblast aus irgend einem Grunde unterblieben ist, vielleicht weil keine Kommunikationsöffnung sich bildete oder eine solche zu klein blieb. Die Inhaltmasse dieser Entodermsprossen hat sich dann selbständig zu regulären Hämangioblasten umgewandelt. Diese Befunde beweisen also zur Evidenz, dass sich in den Sprossen Hämangioblasten aus rein entodermatischem Zellenmaterial ausbilden können, und machen es durchaus wahrscheinlich, dass auch die übrigen Hämangioblasten rein entodermatischer Herkunft sind und aus den in den Mesoblast übergetretenen Inhaltszellen der Sprossen hervorgehen. Allerdings können nicht alle aus dem Dotterentoderm in den Mesoblast übergehenden Rundzellen zu „Blutinseln" werden, da sie im Verhältnis zu den letzteren wohl zu zahlreich sind und auch oft an solchen Stellen in den Mesoblast abgesetzt werden, an welchen sich später keine „Blutinseln" vorfinden.

Ein anderer sehr bemerkenswerter Befund sei noch erwähnt, welchen ich auf dem späteren Stadium der Fig. 131 der Taf. VI an einer Entodermsprosse unter dem extraembryonalen Mesoblast machte, in welchem das Coelom schon bestand. Die Sprosse war sehr gross und ausgeweitet und hing nur an einer kleinen Stelle durch einen soliden, dünnen Stiel mit dem Entoderm zusammen. Der Inhalt wurde, ausser von einem grossen Hämangioblasten, von ganz regulären Mesoblastzellen gebildet, die einen grossen, wohl dem Coelom gleichzusetzenden Hohlraum einschlossen. Ich glaube, dass dieser Befund sich nur dadurch erklären lässt, dass der ganze entodermatische Inhalt der grossen Sprosse sich in alle charakteristischen Bestandteile des Mesoblastes umgebildet hat, welche isochron mit dem Mesoblast zwischen Ento- und Ektoderm die gleichen Umwandelungen erfahren haben (Spaltung, Coelombildung). Ist dem so, dann ist das Entoderm allein imstande, den extraembryonalen Mesoblast zu produzieren, und drängt sich die Frage auf, ob dem Entoderm bei der Ausbreitung des extraembryonalen Mesoblastes nicht auch allein in der Tat diese Aufgabe zukommt. Dann würde die periphere Ausbreitung des extraembryonalen Mesoblastes in der Weise erfolgen, dass successive die Mesoblastzellen vom Entoderm aus an der Peripherie des sich ausbreitenden Mesoblastes abgesetzt und angelagert würden, während von einer aktiven Vorwärtsbewegung der Zellen selbst kaum noch die Rede sein könnte. Diese Frage vermag ich an der Hand meiner Präparate aber nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Es mag genügen, den Nachweis erbracht zu haben, dass das Dotterentoderm einen sehr wesentlichen Anteil an der Lieferung des Zellenmaterials des extraembryonalen Mesoblastes hat und insbesondere auch die Hämangioblasten sehr wahrscheinlich aus sich hervorgehen lässt.

Nach obigem ist der Ursprung des Mesoblastes bei der Kreuzotter ein vielfacher und heterogener. Ein Teil des Mesoblastes stammt vom Gastrulaentoblat, ein anderer vom Dotterentoblast ab. Dazu kommen die Mesoblastzellen, welche im Metastomstadium des Blastoporus aus dem Ektoderm der Seitenlippen übertreten, wenn man diesen Prozess nicht als ein Homologon der Gastrulaentoblastbildung auf-

fassen will. Ich kann daher dem Mesoblast bei der Kreuzotter nicht die volle Dignität eines echten „Keimblattes“ von der Bedeutung des Ekto- und Entoderms zusprechen. Allerdings wird auch für die beiden letzteren die präzise Bestimmung infolge der schweren Abgrenzbarkeit des Ektoderms an seiner Peripherie und infolge der Verquickung des Gastrulaentoblastes mit dem Dotterentoblast schwierig. Die labilen Entwickelungsvorgänge lassen sich eben nicht in Schemata pressen, wie sie hier und auch in anderen Kapiteln der Entwickelungslehre oft beliebt werden.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass meine Untersuchungen am Schlangenkeim in keiner Weise eine Bestätigung der Ansichten bringen, welche Mehnert und Will über die Mesoblastbildung bei den Reptilien entwickelt haben. Eine Mesoblastbildung aus Coelomdivertikeln und Coelomtaschen findet ebensowenig statt, wie eine solche durch Faltenbildung und Unterwachsung von Zwischenplatten. Ebensowenig, wie ich, haben neuerdings Schauinsland*) bei Hatteria und Völtzkow**) bei einer Schildkröte (Podocnemis) die genannten Autoren bestätigen können. Auch Schauinsland und Völtzkow lassen Mesoblast und Entoderm durch Abspaltung aus einer zuvor indifferenten Zellenmasse entstehen.

*) L. c. **) L. c.

X. Die Entstehung der Chorda.

Den ersten Anstoss zur Chordaentwickelung liefert die Gastrulaeinsenkung. Bei der Kreuzotter wird die ganze, obere, mit deutlicher Epithelstreifung versehene „Urdarmwand" ausschliesslich in die Chorda übergeführt. In Kapitel VIII 3 und 4 wurde geschildert, dass diese Oberwand kurz vor Schluss des Urmunds in dessen Nähe besonders breit ist und durch das Vordrängen der Seitenlippen seitlich etwas nach unten gepresst wird; dadurch erhält sie eine Gewölbeform. Auch dieser Teil besitzt einen ausgesprochen epithelialen Bau und grenzt sich unten von dem lateralen Mesoblast alsbald scharf ab, um ganz in die Chorda überzugehen. Vgl. die Textfig. 27a, 28a, 29a, 33a und b.

In Kapitel VIII 3 ist hervorgehoben worden, dass sich die Entstehung und das Weiterwandern des Chordulalumens nach vorn innerhalb der Zellenmasse der Urmundplatte und des Chordafortsatzes durch eine Art langsam und stetig fortschreitender Dehiscenz zwischen den Zellen selbst vollzieht.*) Die obere Wandung des Chordulaganges („Urdarms") erhält also bis zum Zeitpunkt der Perforation ihr Zellenmaterial aus der Urmundplatte und dem Chordafortsatz selbst. Beide habe ich im vorigen Kapitel als Gastrulaentoblast unterschieden. Der aus der Oberwand des Chordulaganges entstehende Teil der Chorda entstammt also dem Gastrulaentoblast. Vgl. Textfig. 14—19 und Kapitel VIII 7 auf Seite 173.

Da am hinteren Rande der Vorderlippe die obere Wand des Urdarms direkt in das Schildepithel übergeht, ist sehr wohl denkbar, dass hier ausserdem noch Epithelzellen des Schildes von der Oberfläche des Embryos in die Tiefe umbiegen und sich der Oberwand des Chordulaganges zugesellen. Dies wird noch wahrscheinlicher nach stattgehabter, breiter Perforation des Chordulaganges in die Subgerminalhöhle, vielleicht weil dann der Umwachsungsprozess am hinteren Rande der Vorderlippe freieren Spielraum erhalten hat. Siehe hierüber Kapitel VIII 3 und 4.

Das Weiterwachstum des vorderen Chordaendes wird nach erfolgter Perforation des „Urdarms" ausschliesslich durch den Dotterentoblast vermittelt.

Fig. 187 stellt den Medianschnitt durch die Urmundgegend eines Stadiums dar, welches den Flächenbildern der Fig. 84 und 94 der Taf. IV entspricht. Der vordere Teil der Unterwand des Chordulaganges ist verschwunden und mit seiner Zellenmasse seitlich und nach vorn abgewandert, sodass eine breite Kommunikation des Ganges mit der Subgerminalhöhle besteht. Am vorderen Ende der ursprünglichen Oberwand des Chordulaganges, der vorderen Grenze des letzteren entsprechend, sieht man einen Vorsprung, welcher die Stelle bezeichnet, an welcher vorn die obere Wandung in die untere überging.

*) Vgl. auch die Ausführungen in meiner Ringelnatterarbeit. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 70. 1901. S. 709.

Vgl. damit Textfig. 16. An dieser Stelle und dicht davor erkennt man nun, dass sich die Entoblastzellen umlagern, um die Chorda nach vorn hin fortzusetzen. Die Zellen strecken sich in die Länge, lockern sich in ihrem Zusammenhange, sodass vielfache schmale Lücken zwischen ihnen entstehen (vgl. auch Textfig. 18), und nehmen eine schräg nach vorn gerichtete Stellung an, die dann später in eine vertikale übergeht. Dadurch gewinnt diese mediane Partie an Dicke und erhält das Aussehen eines hohen Zylinderepithels, welches für die obere Wandung des Chordulaganges und die Chordaanlage auf diesem Stadium charakteristisch ist. Da zu der Stelle, an welcher sich in Fig. 187 der Vorsprung noch erhalten hat, die Unterwand des Urdarms zum Teil abgewandert ist, werden die Elemente an dieser Stelle noch zum Teil von dem im vorigen Kapitel unterschiedenen Gastrulaentoblast stammen müssen. Davor aber liegt reiner Dotterentoblast, welcher demnach von hier ab den vorderen Chordaabschnitt liefert. Vgl. Textfig. 18 und 26.

Dieser Teil der Chordaanlage wächst also von hinten nach vorn, indem sich vor der Perforationsstelle die Zellen in loco differenzieren und sich zum chordalen Zylinderepithel umformen. Da in dem bereits gebildeten Chordaepithel eine reichliche mitotische Zellenwucherung stattfindet, ist es sehr wohl denkbar, dass durch diese intrachordale Zellenwucherung ein Wachstumsschub von hinten nach vorn eintritt und gleichzeitig unterstützend mitwirkt. Der epithelialen Differenzierung der Chordaanlage geht eine mediane Verdickung des Dotterentoblastes voraus.

Auf Querschnitten durch dieses Stadium (vgl. Textfig. 19c) stellt man fest, dass die hohe, epithelartige Chordaanlage auf jeder Seite noch breit mit dem dicken, lateralen, zum Mesoblast werdenden Zellenpolster zusammenhängt, von dessen unterer Fläche sich das Entoderm abzuspalten beginnt. Die Chordaanlage wird nach unten hin von den beiden Polstern überragt, sodass sie in der Mitte zwischen ihnen als schmale Rinne von der Breite des ursprünglichen Chordulaganges gelegen ist. Vor der Perforationsstelle folgt dann in der Serie als Vorstufe der Chorda eine mediane Verdickung des Dotterentoblastes, die sich nach vorn hin allmählich verliert. An ihrer Unterfläche traf ich in mehreren Serien kurz nach der Perforation eine sehr schmale, kleine, mediane Rinne an, welche unabhängig von der Chordarinne der ursprünglichen „Urdarm"gegend war und von ihr durch eine ebene Stelle getrennt wurde. Diese minutiöse Rinne war aber nur sehr kurz und daher auf einige wenige Querschnitte beschränkt.

Mit der peripheren Ausbreitung des Mesoblastes verdünnen sich die lateralen Mesoblastpolster, von deren Unterfläche sich das Entoderm vollständig differenziert. Zunächst bleibt der Mesoblast aber noch in Kontinuität mit der Chordaanlage.

In den folgenden Stadien spaltet sich dann der Mesoblast jederseits von der Chorda ab. Die Abspaltung erfolgt von hinten, d. h. der Urmundgegend, nach vorn, ist aber nicht sehr regelmässig, sodass sie in dem einen Querschnitt offenkundig ist, während in benachbarten Schnitten noch ein Zusammenhang besteht. Auch kann in einem Schnitt einmal auf der einen Seite die Trennung stattgefunden haben, auf der andern Seite aber noch nicht. Vgl. z. B. Textfig. 29a. Oft ist es schwierig, mit Bestimmtheit zu sagen, ob Chorda und Mesoblast getrennt sind, da sich beide in einem so innigen Kontakt befinden können, dass eine Abgrenzung optisch unmöglich wird.

Nur im vorderen Bereiche des Embryos erhält sich der Zusammenhang des Mesoblastes mit dem Chordaentoblast und bleibt auch noch in ganz späten Stadien nachweisbar, worauf C. K. Hoffmann bei

der Ringelnatter schon hingewiesen hat. Die in jüngeren Stadien davor gelegenen Mesoblasthörner, welche vor dem Embryo vorwachsen, bleiben dagegen von vornherein von der chordalen Entoblastverdickung getrennt.

Zu Anfang, kurz nach der Perforation, liegt die Chordaanlage gegen den Subgerminalraum hin frei vor. Diese freie, unbedeckte Stelle wird um so grösser, je mehr die Unterwand des Kupfferschen Kanals nach hinten hin zurückweicht und die Chorda nach vorn vorwächst. Vgl. Textfig. 18, 19c und 26. Alsbald beginnt das Entoderm sich aber von beiden Seiten her unter die Chorda zu schieben, indem Entodermzellen medianwärts vorwandern. Einzelne Entodermzellen können anfangs unter der Chorda unregelmässig nach unten vorragen. Gewöhnlich entsteht dabei zwischen den vordrängenden Entodermrändern der beiden Seiten zuerst eine schmale Rinne; vgl. Textfig. 33a. Je weiter nach vorn von dieser Stelle, um so mehr weichen die Entodermränder lateralwärts von einander ab, um so breiter wird die Chordarinne. Die einander genäherten Entodermränder treten dann zusammen, die Rinne verschwindet, die Unterwachsung ist vollendet. Diese Unterwachsung beginnt zuerst vor der vorderen Öffnung des Kupfferschen Kanals und schreitet von hier aus nach vorn hin vor, hält aber auch nach hinten hin Schritt mit dem Zurückweichen der Unterwand des Kupfferschen Kanals bis gegen den Urmund hin. Das Entoderm bleibt nach der Unterwachsung anfangs noch in innigem Kontakt mit der Unterfläche der Chorda und isoliert sich erst später als dünne, einschichtige Zelllage.

Die Unterwachsung der Chorda durch das Entoderm trat zuerst in den Übergangsstadien zum Metastom in den Embryonen der Fig. 99—104 der Taf. IV auf; auch in den jüngeren Stadien der Taf. V war sie noch nicht weit gediehen. In Fig. 104 war sie noch in keinem Schnitt erfolgt und bestand vor der durch Entoderm verlegten, unteren Öffnung des Kupfferschen Kanals nur erst eine schmale Chordarinne zwischen den an die Chorda angehefteten, medianwärts vorgewachsenen Entodermrändern, sodass die Schnitte ein ähnliches Bild wie Textfig. 33a darboten. Dagegen war die Unterfläche der Chorda in den Embryonen der Fig. 99—103 vor der unteren Öffnung des Kupfferschen Kanals schon in 2—8 Schnitten von dem Entoderm bedeckt; vgl. Textfig. 29a. Noch weiter erstreckte sich die Unterwachsung in den Stadien der Taf. V, obwohl hier in der Nähe des perforierten Metastoms noch eine schmale, offene Chordarinne bestand, wie Textfig. 33a zeigt, welcher Querschnitt vor die Metastomöffnung gefallen ist.

Die gleiche Art der Unterwachsung der Chorda von seiten des Entoderms hat Strahl*) bei der Eidechse festgestellt.

Im vorderen Bereiche des Embryo vor der unterwachsenen Chordastrecke tritt nunmehr eine stärkere mediane Verdickung des Dotterentoblastes ein, wobei die Zellen den Charakter eines hohen Zylinderepithels annehmen. Hier ist der Unterwachsungsprozess mit Rinnenbildung bis in die späten Stadien der Taf. VII zu verfolgen, vollzieht sich aber in etwas anderer Weise, als bei den jüngeren Embryonen vor dem Urmund; doch wird diese Modifikation nur durch die hohe Zylinderform der Zellen bedingt, im Grunde sind beide Prozesse identisch. Wir finden in den Schnitten vorn noch keine Andeutung der Chorda; nur das Zylinderepithel des zum Darmepithel werdenden, vom Dotterentoblasten

*) H. Strahl, Beiträge zur Entwickelung von Lacerta agilis. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anat. Abt., Jahrg. 1882.

stammenden Entoderms wird in der Mittellinie etwas höher und tritt ein wenig nach oben zurück. Die daran anstossenden zylindrischen Entodermzellen beider Seiten setzen sich nun etwas davon ab und schieben sich in meist schräger Richtung ein wenig nach unten vor. Sie gleiten jetzt gewissermassen an der Unterfläche der Chordaanlage medianwärts vor und verschmelzen miteinander, die Unterwachsung ist fertig. Die weiter unten folgende Textfig. 56a—c stellt Querschnitte durch den vorderen Teil des Embryos der Fig. 131 auf Taf. VI dar. In Fig. 56b ist schon ein Kopfdarm vorhanden. In seinem hohen Zylinderepithel kennzeichnet sich die Chordaanlage nur durch eine leichte mediane Verdickung und ein geringes Zurücktreten dieses Stückes nach oben, hängt sonst aber noch kontinuierlich mit dem Darmepithel zusammen. Textfig. 56c ist drei Schnitte weiter nach hinten gefallen. Der mediane, noch aus hohem Zylinderepithel bestehende Chordaabschnitt ist durch eine Grenzlinie deutlich von dem anstossenden, seitlichen Darmepithel abgesetzt, welches letztere nach unten direkt in den Dotterentoblast übergeht. Die Ränder des seitlichen Darmepithels sind etwas zugeschärft und haben sich unter der Chorda medianwärts vorgeschoben. Sie fassen zwischen sich eine schmale Chordarinne, die noch frei gegen den Subgerminalraum hinsieht; die Verwachsung tritt erst in dem zweitnächsten Schnitt nach hinten ein, das dahinter gelegene Entoderm zieht von jetzt ab kontinuierlich unter der Chorda hinweg.

Die Strecke, innerhalb welcher sich die Unterwachsung vollzieht, ist gewöhnlich nur kurz, sodass der Prozess auf wenige Schnitte beschränkt ist.

Diesen Abschnürungsprozess der Chorda von dem vorderen Entoderm hat C. K. Hoffmann*) schon von der Ringelnatter ähnlich, wie ich, beschrieben. Ich muss indessen in Abrede stellen, dass sich dabei zwischen Chorda und vorwachsenden Entodermrändern ein durchlässiger, offener Spalt bildet, wie der genannte Autor es beschreibt und (sehr schematisch) abbildet. Eine Abgrenzung ist da, aber für gewöhnlich keine Spalte. Wenn die Entodermplatten sich auf die Chordaunterfläche hinaufschieben, bleiben ihre medialen Ränder fast immer in Verbindung mit der Chordaunterfläche; nur lateralwärts erfolgt von den Seitenteilen der Chordaunterfläche eine Lockerung und Ablösung. Nur in einigen Fällen habe ich gesehen, dass das vorwachsende Entoderm an dieser Stelle in ganzer Breite von der Chordaunterfläche durch eine schmale Spalte getrennt war. Dieser Befund erklärt sich einfach dadurch, dass das Entoderm bei dem Hinaufrücken auf die Chorda nur locker angeheftet ist und sich daher bisweilen ablösen kann.

C. K. Hoffmann*) hat dieser Spalte eine besondere Bedeutung beigelegt und fasst sie „als die letzte durch Vererbung am längsten bewahrt gebliebene Phase der ursprünglichen und auch noch bei den Sauriern vorkommenden Anlage des Mesoblastes durch Einfaltung“ auf. Nach obigem kann ich dieser Auffassung nicht beitreten. Denn erstens ist die Spalte nicht konstant und zweitens führt sie niemals in eine Tasche oder Falte des Mesoblastes, sondern stets nur in den Spaltraum zwischen Entoderm und Mesoblast.

---

*) C. K. Hoffmann, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XL, 1884, S. 224. Derselbe, Weitere Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. Morphologisches Jahrbuch, Bd. XI, 1886, S. 180.

Sobald die Chorda von dem Entoderm unterwachsen und dadurch aus dem Entodermverbande ausgeschaltet ist, verliert sie ihren epithelialen Charakter. —

Während sich vorn die Chorda aus dem Dotterentoblast abschnürt, wächst sie hinten nach Schluss des Urmundes und nach Anlage der Primitivrinne aus dem Primitivblastem hervor. Bei dieser ihrer Differenzierung aus dem Primitivblastem muss sie von jetzt ab mit ihrem hinteren Teile von vorn nach hinten hin wachsen, da der Primitivstreifen sich vorn in die Primitivorgane sondert, während er sich hinten mit seiner Primitivrinne beständig regeneriert, wie ich in Kapitel VIII 5 eingehend geschildert habe; um Wiederholungen zu vermeiden, muss ich hier darauf verweisen. Es sei nur daran erinnert, dass die Chorda in den späteren Stadien der Primitivrinne nach Anlage und Ausbildung der Neuroprimitivplatte mit der oberflächlichen, epithelial gestreiften Lage des Primitivblastems in Zusammenhang tritt und einen epithelialen Charakter annimmt. Die Chordaanlage stellt dann einen förmlichen Epithelzapfen dar, welcher aus dem Primitivblastem und dem sich davon differenzierenden Medullarepithel nach unten und vorn vorwächst. Vgl. Textfig. 44b, c, 46b, 47b, c, 49b, c, d, 50b und Kapitel VIII 5 und 6.

Es wäre daher nicht ohne gewisse Berechtigung, wenn man dem hinteren Teile der Chorda einen ektodermatischen Ursprung vindizierte. Da die Differenzierung der embryonalen Primitivorgane innerhalb des Primitivblastems im Bereiche der Primitivrinne sich aber direkt an die „Urdarm"einstülpung anschliesst und als eine zusammengedrängte, vereinfachte Fortsetzung des Gastrulationsprozesses angesehen werden kann, so dürfte die Auffassung auch gerechtfertigt sein, das mit der Primitivrinne zusammenhängende, indifferente Keimgewebe noch als Gastrulaentoblast anzusehen und die Abschnürung der Chorda aus den oberflächlichen medianen Teilen des Primitivblastems und sekundär des Medullarepithels auf den Gastrulationsvorgang zurückzuführen. Das Gleiche gilt auch für die Entstehung der Chorda aus der Wandung des Canalis neurentericus, siehe Kapitel VIII 6.

Die Grösse und Form der vom Entoderm unterwachsenen Chorda und die Anordnung ihrer Elemente sind nach der Körperregion und dem Alter der Embryonen verschieden.

Kurz bevor der Urmund sich schliesst und alsbald nach Schluss desselben ist die Chorda vor der Urmundgegend noch ziemlich hoch und breit und oft gewulstet, weil der in sie übergeführte obere Wandteil des Chordulaganges eine grössere Ausdehnung besitzt. Vgl. Textfig. 27, 28a, 33a. Auch kann sie hier nach Unterwachsung von seiten des Entoderms eine kurze Zeit Andeutungen des ursprünglichen epithelialen Baues bewahren, plattet sich dann aber bald ab. Textfig. 29a. In den folgenden Stadien (Embryonen der Taf. V und VI) wird die Chorda zu einem dünnen, abgeplatteten, oft bandartigen Gebilde (Textfig. 42a); nach hinten ist sie dagegen meist wieder ansehnlicher und zeigt hier einen kreisrunden oder auch ovalen Querschnitt. Textfig. 44a, 45a, 46a, 47a, 49a und 50a.

In den späten Stadien der Taf. VI und den Stadien der Taf. VII erscheint ihr Querschnitt im mittleren Bereich des Embryos mehr rundlich; nur vorn herrscht gewöhnlich noch eine mehr abgeplattete Form vor.

Das grösste Volumen besitzt die Chorda am hinteren, aus dem Primitivblastem stammenden Ende dieser Embryonen. Ihr Querschnitt ist hier gewöhnlich kreisrund oder von der Form eines meist vertikal gestellten Ovals. Ihre Elemente nehmen ein ausgesprochen epitheliales Aussehen an und stellen sich

im Querschnitt radiär, wobei die Kerne sich mehr peripher lagern. Bisweilen liegen auch im Zentrum des Stranges noch einige Zellen, ein eigentliches Lumen fehlt hier aber. Dieser radiäre Bau des Organs kann auch im mittleren Teil der Embryonen der späteren Stadien schon hervortreten.

Dass in den vorgerückten Stadien der Fig. 168 und 169 der Taf. VII das hinterste, mit dem neurenterischen Kanal zusammenhängende Ende der Chorda röhrenförmig wird und ein sehr deutliches Lumen besitzt, wurde in Kapitel VIII 6 schon geschildert. Vgl. Textfig. 51 a auf S. 172.

In betreff aller weiteren Einzelheiten über die Ausbildung der Chorda verweise ich auf die spezielle Untersuchung der Embryonen in Kapitel XV.

XI. Die Anzahl der Ursegmente in den Embryonen der Taf. VI und VII.

Wie bei anderen Reptilien, so sind auch bei der Kreuzotter die Ursegmente (Somiten) im Flächenbilde der noch auf dem Ei befindlichen Embryonen nicht deutlich erkennbar; nur selten wird es möglich, ihre Zahl darin mit einiger Sicherheit festzustellen, vgl. Fig. 150 und 153. Besser gelingt dies an den abgelösten Embryonen, besonders im Unterflächenbild und nach Färbung und Aufhellung; doch lässt auch dann ihre genaue Bestimmbarkeit bisweilen zu wünschen übrig. Dieser, ich möchte fast sagen, Übelstand ist zu bedauern, da die Ursegmente einen bequemen Anhaltspunkt für die Altersbestimmung der Embryonen abgeben, wenn auch bekannt ist, dass ihre Zahl und Ausbildung mit Bezug auf die Entwickelung der anderen embryonalen Organe zeitlichen Differenzen unterworfen sind, eine Tatsache, welche auch durch den Vergleich der untenstehenden Tabelle mit den Tafelfiguren, z. B. im Hinblick auf die Amniosentwickelung, erhärtet wird.

Um ganz sichere Resultate zu erhalten, habe ich daher die Zahl der Ursegmente nach den Serien festgestellt. Im folgenden gebe ich eine tabellarische Zusammenstellung der dabei erhaltenen Befunde.

Die erste Einleitung zur Ursegmentbildung findet man in den Embryonalformen der Fig. 118 bis 121 der Taf. V und Fig. 126, 127, 130 und 131 der Taf. VI. Sie besteht in einer Verdickung der Ursegmentplatten im Bereiche der Stammzone dicht hinter der Gehirnanlage. Dabei ordnen sich die Mesoblastzellen dieser Gegend zum Teil derart an, dass ihre Kerne in der Ursegmentplatte eine peripherische, regelmässige Lagerung erhalten, und die zu ihnen gehörigen Zellen einen mehr epithelialen Charakter annehmen.

Anfangs sind die in den Ursegmenten entstehenden Hohlräume noch klein, werden aber in den späteren Stadien in den vorderen Ursegmenten ansehnlich gross. Ihre Wandung besteht aus einem hohen Zylinderepithel, in welches die Mesoblastzellen der Ursegmentplatten sich umgebildet haben. Am hinteren Ende der Ursegmentreihe jederseits dort, wo die Segmente beständig nachwachsen, wird ihre Abgrenzung undeutlicher, ihre Grösse nur gering. Ich habe als Ursegmente nur solche gezählt, welche ein deutliches Lumen besassen.

Die	Embryonen	der	Fig.	126	auf	Taf. VI	besassen	0	Ursegmentpaare.
„	„	„	„	127	„	„	„	0	„
„	„	„	„	128	„	„	„	1	„
„	„	„	„	129	„	„	„	1	„
„	„	„	„	130	„	„	„	0	„
„	„	„	„	131	„	„	„	0	„
„	„	„	„	132	„	„	„	1	„

Die	Embryonen	der	Fig.	133	auf	Taf. VI	besassen	0	Ursegmentpaare.
„	„	„	„	134	„	„	„	0	„
„	„	„	„	135	„	„	„	2	„
„	„	„	„	136	„	„	„	4	„
„	„	„	„	137	„	„	„	3	„
„	„	„	„	138	„	„	„	3	„
„	„	„	„	139	„	„	„	2	„
„	„	„	„	140	„	„	„	3	„
„	„	„	„	141	„	„	„	2	„
„	„	„	„	142	„	„	„	3	„
„	„	„	„	149	„	Taf. VII	„	4	„
„	„	„	„	150	„	„	„	6	„
„	„	„	„	151	„	„	„	4	„
„	„	„	„	152	„	„	„	6	„
„	„	„	„	153	„	„	„	7	„
„	„	„	„	154	„	„	„	5	„
„	„	„	„	155	„	„	„	10	„
„	„	„	„	156	„	„	„	7	„
„	„	„	„	157	„	„	„	6	„
„	„	„	„	158	„	„	„	13	„
„	„	„	„	159	„	„	„	6	„
„	„	„	„	160	„	„	„	8	„
„	„	„	„	161	„	„	„	8	„
„	„	„	„	162	„	„	„	7	„
„	„	„	„	163	„	„	„	8	„
„	„	„	„	164	„	„	„	9	„
„	„	„	„	165	„	„	„	11	„
„	„	„	„	166	„	„	„	15	„
„	„	„	„	167	„	„	„	15	„
„	„	„	„	168	„	„	„	ca. 20	„
„	„	„	„	169	„	„	„	ca. 26	„

XII. Proamnios, Exocoelom und Amnios.

Wie in Kapitel IX schon des Näheren geschildert, umfassen die beiden nach vorn vorwachsenden Mesoblasthörner mit ihren vorderen Enden ein vor dem Embryo gelegenes, medianes Feld, welches nur aus Ektoderm und Entoderm besteht. Dies ist das „Proamnios“feld,*) welches zuerst von Strahl und C. K. Hoffmann bei Reptilien beschrieben worden ist. Anfangs, solange die Mesoblasthörner noch kurz sind, ist das Feld gross und breit; Fig. 98 und 103 der Taf. IV, Textfig. 52. Jemehr der Mesoblast aber vorwächst und jemehr seine Hörnerspitzen sich medianwärts nähern, um so kleiner wird es. Fig. 99, 102, 104 der Taf. IV, Fig. 109, 111 und 113 der Taf. V. Schliesslich stossen die Hörnerspitzen in der Mittellinie zusammen und liefern die vordere, abgerundete Begrenzung des Feldes. Fig. 112 und 114 der Taf. V. Dass die Verschmelzung der Hörner zu verschiedener Zeit erfolgen kann, wurde in Kapitel IX festgestellt. Von jetzt ab verkleinert sich das Feld mehr und mehr (Fig. 110, 116, 117) und verschwindet schliesslich im Oberflächenbilde ganz.

In diesem Felde markiert sich nun früh ein hinterer, weniger durchsichtiger, etwas weisslicher, oft ein wenig erhabener Bezirk, welcher sich vorn allmählich in der Umgebung verliert. Seine vordere Grenze ist daher verschwommen und undeutlich; nur in besonders günstigen Fällen lässt sie sich als gebogene Grenzlinie, die mit ihrer Konvexität verschieden weit nach vorn vordringt, etwas deutlicher wahrnehmen. Vgl. Fig. 98—104 der Taf. IV. Auch an der Unterseite des Embryos ist der etwas erhabene Bezirk meist festzustellen, Fig. 102a, 103a, 104a.

Mit der Verkleinerung des mesoblastfreien Feldes reduziert sich auch die weissliche Stelle, bleibt aber kurz vor und nach dem Zusammenschluss der Mesoblasthörner meist noch als weisslicher, kleiner Halbmond sichtbar.**) Fig. 112, 113 und 114; an anderen gleichalterigen Embryonen (Fig. 109) ist sie dagegen nicht zu erkennen.

Wie die Durchschnitte lehren, wird dieser weissliche Halbmond durch eine Verdickung des Ektoderms und des Entoderms hervorgerufen. Bald prävaliert die Verdickung des einen, bald die des andern Keimblattes, nicht selten erscheinen beide gleich dick. Vgl. den Sagittalschnitt der Textfig. 53 auf folgender Seite, in welchem man vor den Gehirnhöckern nur Ektoderm und Entoderm, die hinten etwas verdickt

---

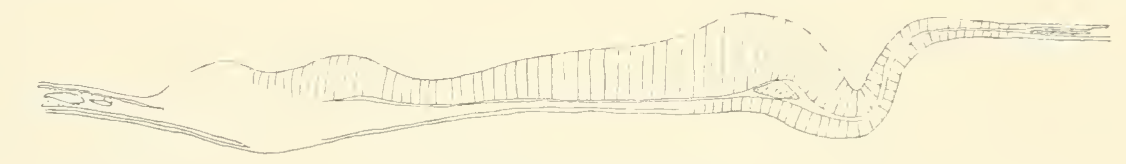
*) Die Bezeichnung „Proamnios“ wurde von van Beneden eingeführt.

**) Das breite, sichelförmige, weissliche Feld vor den Gehirnhöckern der Fig. 115 entspricht nicht dem Halbmond der Fig. 112—114, sondern repräsentiert das ganze, zwischen den Gehirnhöckern und Mesoblasthörnern gelegene Proamniosfeld; sein weissliches Aussehen wurde in diesem Präparat dadurch hervorgerufen, dass während der Konservierung Dotter unter dasselbe vorgedrungen war. Vgl. Fig. 110, 116, 117.

sind. wahrnimmt; erst in einiger Entfernung liegt davor zwischen den beiden Keimblättern der Durchschnitt durch das eine medianwärts vorgewachsene Mesoblasthorn. Die Verdickung des Ektoderms hängt mit dem Schilde zusammen und stellt dessen vorderste Ausstrahlung dar, die Verdickung des Entoderms liegt in der Fortsetzung der Chordaanlage.

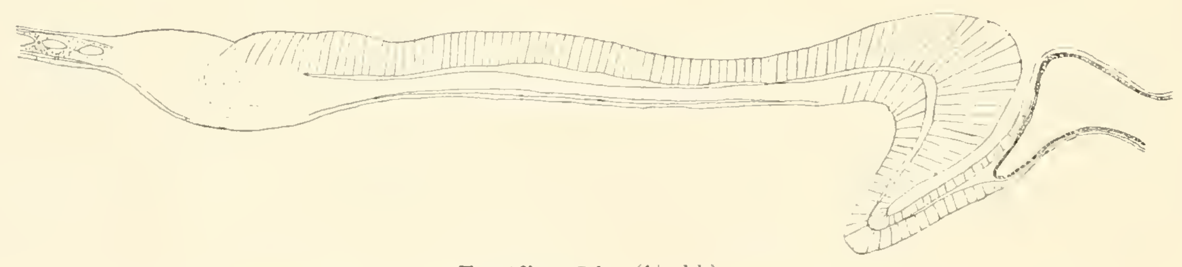
An der hinteren Grenze des Proamniosfeldes senken sich nun die Gehirnhöcker ein und wachsen in die Tiefe. Dadurch entsteht vor ihnen eine schmale, spaltartige Vertiefung, die präcerebrale Grenzrinne, und vor dieser ein oft scharfer, faltenartiger Rand, das Proamnios. Ich sehe also in dem Einwachsen der Gehirnhöcker den primären Vorgang, welcher erst sekundär diese Faltenbildung hervorruft.

In den Fig. 112—114 der Taf. V beginnen soeben die Gehirnhöcker sich vorzuwölben, sind aber noch nicht in die Tiefe eingedrungen. In den Fig. 109—111 und 115—117 sieht man die Gehirnhöcker sich immer mehr einsenken, sodass die präcerebrale Rinne vor ihnen immer tiefer wird und die Proamniosfalte schärfer hervortritt. Dabei reduziert sich das mesoblastfreie Proamniosfeld (Fig. 116 und 117), und die jetzt schon mit Exocoelom versehenen Mesoblasthörner rücken weiter nach hinten, bis schliesslich das Amnios selbst an Stelle des Proamnios vor den Gehirnhöckern sich vorfindet. Fig. 118—120. Nur hier und da erhalten sich infolge unvollkommenen Zusammenschlusses und mangelhaften Vorwachsens der Mesoblasthörner an der Oberfläche noch in späteren Stadien vor den Gehirnhöckern im Flächenbilde sichtbare Reste des mesoblastfreien Feldes und des Proamnios, wie es die Fig. 121, 126, 127 und 131 zeigen. Alsbald verschwinden aber auch diese aus dem Oberflächenbilde, sodass vor den Gehirnhöckern nur die Amniosfalte liegt.



Textfig. 53. ($^1/_4$ kl.)
Nahe der Medianebene gefallener Sagittalschnitt durch den Embryo der Fig. 116 auf Taf. V.

Textfig. 53 gibt einen Sagittalschnitt nahe der Medianebene durch den Embryo der Fig. 116 der Taf. V wieder. Man sieht vor den Gehirnhöckern die präcerebrale Grenzrinne, welche vorn von der Proamniosfalte begrenzt wird.



Textfig. 54. ($^1/_4$ kl.)
Nahe der Medianebene gefallener Sagittalschnitt durch den Embryo der Fig. 134 auf Taf. VI.

Textfig. 54 ist ein Sagittalschnitt durch das spätere Stadium des Embryos der Fig. 134 auf Taf. VI (Unterseite), dessen Oberseite der Fig. 131 glich. Die Gehirnhöcker sind weiter nach hinten und in die Tiefe eingedrungen. An Stelle der Proamniosfalte finden wir die vordere Amniosfalte, welche

aber nicht genau in der Mittellinie getroffen ist, sonst müsste ihre Scheidewand zu sehen sein. Der Mesoblast ist jetzt nach hinten vorgedrungen und zeigt hier vorn schon eine grosses Exocoelom, welches von den dünnen, einschichtigen Zellplatten des parietalen und visceralen Mesoderms begrenzt wird. Zwischen dem hintersten Rande des vorgedrungenen Mesoblastes und dem Grunde der Einsenkung treffen wir aber noch regelmässig eine breitere Zone an, welche frei bleibt von Mesoblast und aus einem anfangs noch verdickten Ektoderm und Entoderm besteht. Dieses Stück des Proamniosfeldes persistiert bis in die späten Stadien und gewinnt durch aktive Zellenvermehrung noch an Ausdehnung, wie das Vorkommen von Mitosen in ihm beweist. Vgl. auch den Querschnitt der Textfig. 56a auf Seite 210.

Die Textfig. 57a—c auf Seite 211 stellt Querschnitte durch das vordere, schon völlig abgeschnürte, in der Amnioshöhle auf seiner linken Seite liegende Körperende des Embryos der Fig. 161 der Taf. VII dar. Unter dem Embryo befindet sich zwischen dem mit grossem Coelomspalt versehenen rechten und linken Mesoblast im Boden der Amnioshöhle ein breites Membranstück, welches nur aus Ektoderm und Entoderm besteht und ein Derivat des oben geschilderten Proamniosfeldes bildet; beide Keimblätter sind stark verdünnt. Da das vordere Körperende des Embryos in der Mittellinie als zweiblätteriger, nur aus Ektoderm und Entoderm bestehender Keim weiterwächst und erst sekundär den Mesoblast lateral in sich eindringen lässt (vgl. Textfig. 54), so ist die Bedeutung des präcerebralen amesoblastischen Feldes wohl darin zu suchen, dass hier, wenigstens für die erste Zeit, ein zweischichtiges Bildungsfeld reserviert bleibt, aus welchem der Keim Bildungsmaterial vorn entnimmt.

Das Verschwinden des Proamniosfeldes aus dem Oberflächenbilde ist offenbar durch zwei Momente bedingt. In erster Linie wird es durch die Einsenkung der Gehirnhöcker mit in die Tiefe gezogen und dadurch an der Oberfläche des Keimes verkleinert. In zweiter Linie kommt dann das Vordringen des Mesoblastes mit seiner Coelomhöhle nach hinten hin in Betracht. Dass die Mesoblasthörner an Breite zunehmen und auch nach hinten hin wachsen, zeigt schon ein Vergleich der Flächenbilder, z. B. der Fig. 112 und 114 mit denen der Fig. 118, 120 und 121.

Die Proamniosfalte als solche ist demnach bei der Kreuzotter nur gering entwickelt und hat nur einen sehr kurzen Bestand.

Die Erhebung des echten Amnios ist an die Entstehung des Exocoeloms d. i. des extraembryonalen Coeloms gebunden; die Vorstufe des Exocoeloms bildet eine Vakuolisierung des Mesoblastes. Vakuolisierung und Exocoelom gehen daher der Amniosbildung voraus, die letztere entsteht dort zuerst, wo auch das Exocoelom zuerst auftritt.

Die ersten Anfänge der Vakuolisierung habe ich in den Stadien der Fig. 99—104 auf Taf. IV beobachtet. In dieser Zeit entstehen vorn im medialen Teil der Mesoblasthörner zwischen den Mesoblastzellen kleinere, verschieden grosse Vakuolen und Dehiscenzen. Diese Lücken besitzen eine rundliche, längliche oder auch etwas unregelmässige Form und sind zuerst nur in geringer Zahl, etwa zu 2—6 jederseits in einem Schnitte, vorhanden. Sie gehören anfangs ausschliesslich der genannten Mesoblastregion an, finden sich noch an keiner andern Stelle des Keimes.

Alsbald werden die Lücken zahlreicher und grösser. Fig. 112—114. Ihre Vergrösserung wird hauptsächlich dadurch veranlasst, dass die dünnen, zelligen Scheidewände zwischen ihnen verschwinden; die Lücken fliessen zu grösseren Hohlräumen zusammen. So befand sich in den Embryonen der Fig. 109 bis 111 der Taf. V in dem Mesoblast neben den Gehirnhöckern jederseits schon ein grösserer, länglicher

Coelomraum. Jetzt treten auch nach hinten hin und seitlich vom Embryo zahlreiche Vakuolen auf. Neben dem Embryo bilden sich die ersten Vakuolen in einiger Entfernung von der Urwirbelplatte; nur im Bereich der Gehirnhöcker dringen ein paar Spalträume besonders weit medianwärts vor. Vgl. Textfig. 55 auf Seite 209, welche einen Querschnitt durch die Gehirnhöcker der Fig. 117 der Taf. V darstellt; (um die Vakuolen in den Textfiguren besser hervortreten zu lassen, habe ich die Zellmasse des Mesoblastes von diesen Stadien ab punktiert angegeben). In den Fig. 115—117 und den folgenden sind die Spalträume innerhalb der Mesoblasthörner schon jederseits zu einem grossen, breiten Coelomraum zusammengetreten; nur noch wenige kleine befinden sich lateralwärts daneben. Im Flächenbilde wird der Coelomraum jetzt vor und neben dem vorderen Ende des Embryos als gleichmässig dunkle Stelle sichtbar. Vgl. Fig. 115—121 der Taf. V und die Figuren der Taf. VI. Schliesslich nimmt der Coelomraum den ganzen Bereich der ehemaligen Vorderhörner des Mesoblastes ein, die Spaltung des Mesoblastes in parietales und viscerales Mesoderm*) ist hier vollendet.

Zu Anfang erhält sich zwischen den beiden mit Flüssigkeit gefüllten Coelomräumen der ehemaligen Mesoblasthörner noch eine mediane Scheidewand. Diese ist meist dünn, muss aber an solchen Embryonen, an welchen die Mesoblasthörner medianwärts nicht zur Annäherung gekommen sind und noch durch einen mesoblastfreien Streifen von einander getrennt werden, naturgemäss zunächst noch breit bleiben. Vgl. Fig. 121, 126, 127 und 131. Aber auch an diesen Embryonen verschmälert sie sich später infolge nachträglicher Annäherung der Mesoblasthörner. Die mediane Scheidewand wird schliesslich durchbrochen und geht ein, sodass vor dem Embryo eine einfache, grosse Exocoelomhöhle besteht. Fig. 118, 119, 140. Kleine Reste der Scheidewand können sich noch eine Weile erhalten (Fig. 136—139), verschwinden dann aber ganz.

Während sich vorn die beiden Exocoelomräume ausbilden, ist die Vakuolisierung des Mesoblastes schon bis nach hinten dicht neben und hinter dem Primitivhöcker vorgedrungen, wie die Bilder aus der Querschnittsserie des Embryos der Fig. 121 auf Taf. V in Textfig. 42 auf Seite 156 zeigen. Auch hier konfluieren die anfangs kleinen Spalträume, werden dadurch grösser (Textfig. 44, Embryo der Fig. 131 der Taf. V, Textfig. 45, desgl. der Fig. 132) und vereinigen sich schliesslich auch hier zum Exocoelom; eine mediane Scheidewand kommt hinten aber nicht zur Anlage. In den Stadien der Fig. 160—164 der Taf. VII (8—9 Ursegmente) ist die Spaltung des Mesoblastes schliesslich so weit gediehen, dass sich seitlich neben dem Embryo ein bis an die Urwirbelplatten reichender Coelomraum gebildet hat, und das hinterste Ende des Embryos schon eine kleine Strecke weit unterminiert ist. Textfig. 48—50 auf Seite 166—171.

Nachdem die beiden Exocoelomhöhlen vorn in den Mesoblasthörnern zur Entfaltung gekommen sind, beginnt die Erhebung des Amnios. Zuerst erscheint seitlich neben den Gehirnhöckern, dort, wo sich das Coelom zuerst anlegte, je eine kleine Falte. Sind die Mesoblasthörner noch nicht breit zur Vereinigung gekommen und fassen sie vor dem Embryo noch ein amesoblastisches Feld zwischen sich, so

---

*) Die parietalen und visceralen Mesoderme bilden eine dünne Zellenhaut und setzen sich dadurch in einen gewissen Gegensatz zu dem indifferenten, nicht zu einer Haut zusammengeschlossenen Keimgewebe des Mesoblastes. Ich habe daher für erstere der Bezeichnung Mesoderm, für letzteren der Bezeichnung Mesoblast den Vorzug gegeben.

folgen die beiden Amniosfalten eine kurze Strecke der medianen Grenze der Coelomhöhle nach vorn. Fig. 121. 126, 127. Ist der Mesoblast mit seiner Coelomhöhle aber schon an die Stelle des Proamnios nach hinten vorgerückt, so gehen die seitlichen Amniosfalten vor den Gehirnhöckern in Form einer abgerundeten schmalen Kopffalte ineinander über. Fig. 118—120, 128, 129.

Die Kopffalte des Amnios erhebt sich nun mehr und mehr und schiebt sich allmählich über die vorderen Enden der Gehirnhöcker und den vorderen Teil des Embryos hinüber. Die Fig. 136—140 der Taf. VI und die Fig. 149—159 zeigen die einzelnen Phasen des Vorwachsens, welche nichts Besonderes darbieten. Nachdem das Amnios den vorderen Teil des Embryos bis in die Nähe seiner Mitte überzogen hat, selten (Fig. 152) schon früher, beginnt sich auch hinten, dicht neben und hinter den Neben- und Zwischenhöckern, die Schwanzfalte des Amnios zu erheben, die aber nur unbedeutend ist. Fig. 155 bis 164. Kopffalte und Schwanzfalte setzen sich alsbald jederseits durch eine niedrige Seitenfalte des Amnios in Verbindung. Fig. 157—163. Die Seitenfalten des Amnios sind bei der Kreuzotter noch geringfügiger als die Schwanzfalte und werden anfangs oft nur durch niedrige Fortsetzungen der Seitenteile der Kopffalte nach hinten hin angedeutet. Erst nachdem die Kopffalte die Mitte des Embryos nach hinten hin wesentlich überschritten hat, erheben sie sich mehr. Fig. 164 und folgende. Dadurch, dass sich nun schliesslich die seitlichen Falten und die Schwanzkappe schnell vergrössern, resultiert eine rundliche oder auch etwas längliche Öffnung, der Amniosnabel (Fig. 165—168), welcher im hinteren Bereich des Embryos dorsalwärts von der hinteren Erweiterung des Medullarrohres gelegen ist. Der Amniosnabel verkleinert sich mehr und mehr und verschwindet dann vollständig; in den Stadien der Fig. 169 (mit etwa 20—26 Ursegmenten) ist der Verschluss des Amnios soeben eingetreten.

Die Serienschnitte durch die Amnioserhebung und die sich davon alsbald ablösende dünne, seröse Hülle zeigen die bekannten Bilder. Vgl. die Textfig. 48—51 auf Seite 166—172. Hervorheben will ich nur, dass ich am hinteren Rande der Kopffalte des Amnios in seinen medialen Teilen auf den Stadien der Fig. 161—168 häufig starke, bisweilen fast schwielenartige, hohe Verdickungen des Ektoderms angetroffen habe: auch Kerndegenerationen und leichte Abschnürungserscheinungen wurden beobachtet. Die Querschnittsserie durch den Embryo Fig. 164 zeigt in Textfig. 50 auf Seite 171 diese Epithelwucherungen, die im Oberflächenbilde einen leichten Vorsprung am Hinterrande des Amnios verursachen können. Textfig. 50a hat den hinteren Amniosrand gestreift und lässt die ansehnlichen ektodermatischen Verdickungen erkennen. welche sich in den Fig. 50b—c noch weit nach hinten auf den rechten Amniosrand als Höckerchen fortsetzen. Diese Epithelwucherungen am Amniosnabel waren nicht konstant; bei manchen Embryonen waren sie sehr ausgesprochen, bei anderen gleichaltrigen wurden sie vermisst.

Eine Amniosnaht findet sich nur kurz vor dem hinteren Rande der Kopffalte, dort wo die Seitenränder der Kopffalte in der Medianlinie in Verbindung treten; davor sind Amnioswand und seröse Hülle von einander getrennt. In den Querschnittserien durch diese Nahtstelle trifft man von vorn nach hinten zuerst eine ganz kurze mesodermatische Naht und dahinter einen nur von den beiden Ektodermlagen gebildeten schmalen Streifen, welcher sich gewöhnlich durch mehrere Querschnitte hinzieht. Dieses Nahtektoderm zeigt die oben erwähnten Verdickungen und Wucherungen.

XIII. Die Anlage des Medullarrohres.

In diesem Kapitel soll nur die erste Anlage des Medullarrohres besprochen werden; die weiteren Differenzierungen des Medullarrohres werden im II. Teil abgehandelt werden.

In den Stadien der Fig. 98—104 der Taf. IV und der Textfig. 20—22 auf Seite 118 ist vor dem noch offenen Urmund dort, wo später das Medullarrohr sich befindet, nur erst eine mehr oder weniger ausgeprägte Rückenfurche und ein dickes, hohes Schildepithel vorhanden, welches sich nach den Seiten hin allmählich abflacht. Das gilt auch noch für manche Embryonalformen mit völlig verstrichenem Urmund und schon ausgebildeter Primitivrinne, wovon die Textfig. 35a und 39 auf Seite 148 und 151 Beispiele vorgeführt haben.

Die ersten Andeutungen der Medullaranlage kamen an den Embryonen der Taf. V zur Beobachtung. Im vorderen Bereiche des Embryos bildet sich zuerst jederseits als Gehirnanlage eine Verdickung des Schildepithels, die sich zu einem Hügel abrundet; dazwischen entsteht eine schmale Furche als erster Anfang der Medullarfurche.

Im mittleren Abschnitt des Embryos verschmälert sich alsdann die anfangs breite Rückenfurche, indem sich jederseits der Medullarwulst erhebt. Fig. 109—121 der Taf. V. Dadurch wird die Rückenfurche in die Medullarfurche übergeführt. Den ersten Anstoss zu der Einengung der Rückenfurche und dem Hervortreten der Medullarwülste scheinen die medialen Verdickungen des seitlichen Mesoblastes, die künftigen Ursegmentplatten, zu geben; wenigstens scheinen sie nicht ganz ohne Bedeutung dafür zu sein, da die ersten Erhebungen der Medullarwülste über den dicksten, nach oben gegen das Ektoderm vorragenden Teilen des Mesoblastes liegen. Vgl. Textfig. 42a, 44a und 45a.

Anfangs ist das zukünftige Medullarepithel zwar stark verdickt, setzt sich aber nicht von dem lateralen Schildepithel ab, geht vielmehr kontinuierlich ohne jede Grenze in dasselbe über. Vgl. die Querschnitte der Textfig. 42a und 44a. Erst später, nachdem die Medullarwülste eine grössere Höhe erlangt haben, findet eine Abgrenzung des Medullarepithels von dem lateralen, zur Epidermis werdenden Ektoderm statt. Vgl. Textfig. 45a, 46a, 47a—d, 49a, 52a.

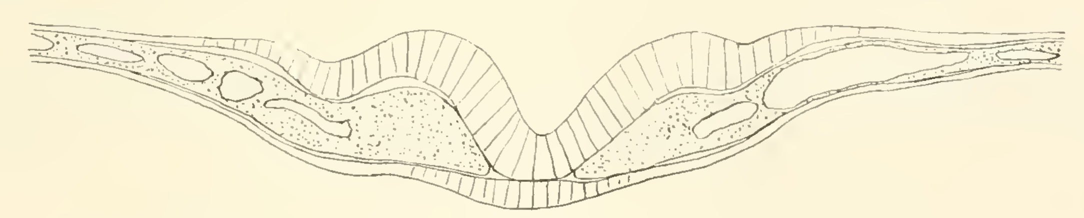
Die Annäherung und der Zusammenschluss der Medullarwülste zum Medullarrohr vollziehen sich zuerst im mittleren Teile des Embryos. gewöhnlich am frühesten dicht hinter der Gehirnanlage und schreitet von hier aus nach hinten hin schnell vor. Fig. 118—121 der Taf. V und Fig. 126 und 127 der Taf. VI. In den Stadien der Fig. 136—139 (2—4 Ursegmente) auf Taf. VI fand sich noch eine schmale Trennungsspalte zwischen den Medullarwülsten in der mittleren Körperregion, in den Stadien der Taf. VII war hier der Verschluss eingetreten.

Die Bildungsverhältnisse am hinteren Ende des Medullarrohres im Bereiche der birnförmigen Verbreiterung der Neuroprimitivplatte sind in Kap. VIII 5 und 6 bereits genügend beschrieben worden und muss darauf verwiesen werden. Dort ist auch geschildert, dass am hintersten Ende des Medullarrohres in den Stadien der Taf. VII noch eine Zeit lang eine kleine Spalte offen bleibt und sich in den letzten Rest der Primitivrinne fortsetzt.

Es erübrigt daher nur noch die nähere Untersuchung der Gehirnanlage, deren Entwickelung gewisse Eigentümlichkeiten aufweist.

Wie zu Anfang dieses Kapitels schon angedeutet, legt sich das Gehirn am vorderen Ende des Embryos in Form zweier hügeliger Erhebungen an, welche eine schmale Rinne als ersten Anfang der Medullarfurche zwischen sich fassen. In den Fig. 112—114, den jüngsten Embryonen der Taf. V, welche auch die primitivsten Verhältnisse an der Metastomrinne aufwiesen, ist der Gehirnhöcker jederseits noch sehr niedrig und tritt sehr wenig aus der Fläche hervor, lässt sich im Flächenbilde aber doch schon mit Sicherheit feststellen; vgl. auch Textfig. 38 auf Seite 151, in welcher der Urmund schon verschwunden und die Primitivrinne ausgebildet ist.

Die Flächenbilder der etwas älteren Embryonen der Fig. 109—111 und Fig. 115—117 zeigen nun, wie die Gehirnhöcker als fast halbkugelige Erhebungen immer deutlicher werden; besonders medianwärts und vorn tritt ihre Wölbung hervor. Dadurch vertieft und verengt sich auch die Furche zwischen ihnen: nur vorn bleibt von ihr zwischen den Wölbungen der Gehirnhöcker ein breiteres, kleines, dreieckiges, in der Tiefe gelegenes Feld übrig, welches sehr verschieden gross und verschieden deutlich ist (vgl. Fig. 109, 111, 112, 116, 117), bei der Kreuzotter aber nur selten fortsatzartig vorspringt, wie z. B. in der Textfig. 37 auf Seite 151.



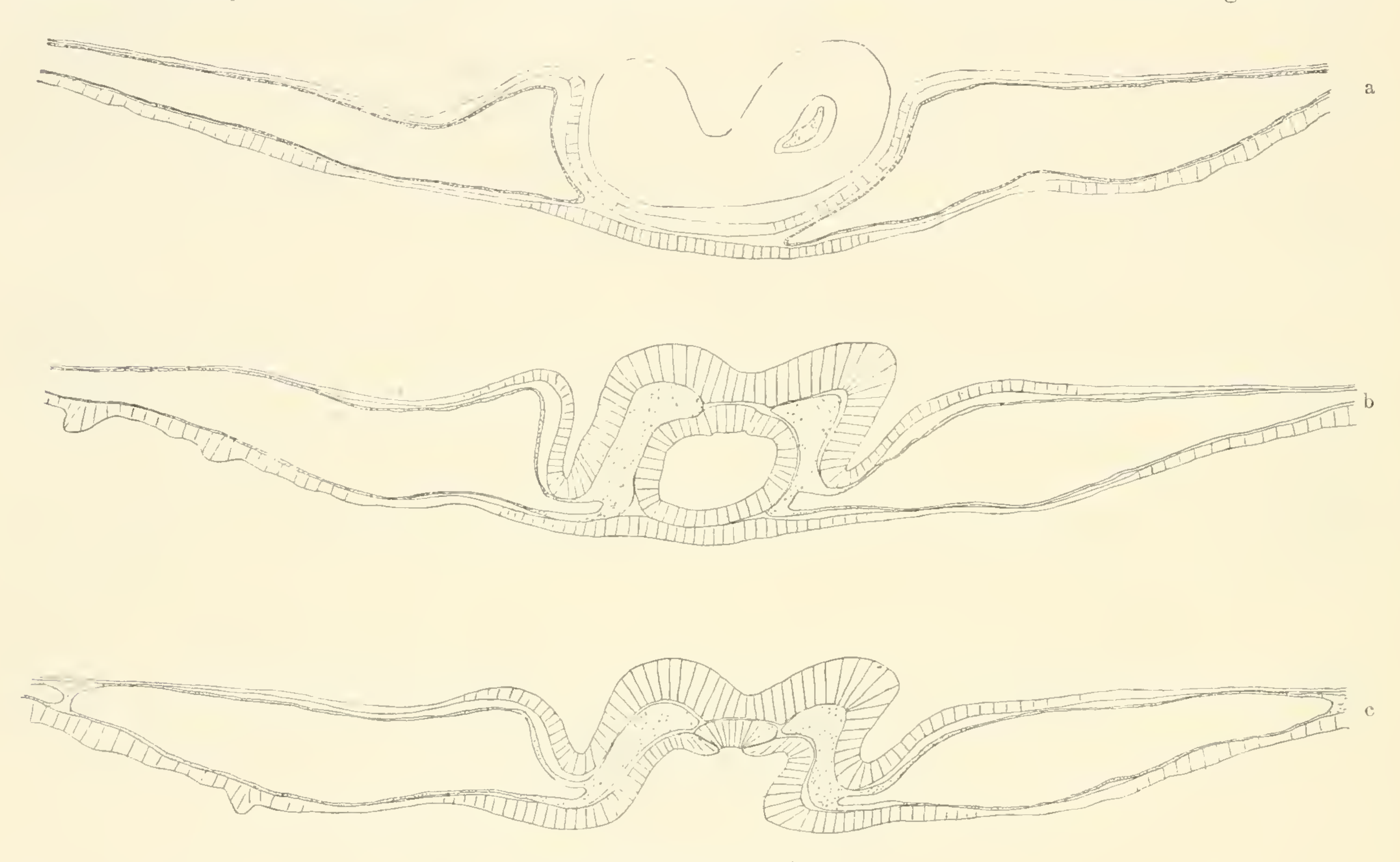
Textfig. 55.
Querschnitt durch die Gehirnanlage des Embryos der Fig. 117 auf Taf. V. Unter der Medullarfurche die chordale Verdickung des Entoderms; seitlich im Mesoblast Coelomspalten.

Textfig. 55 ist ein Querschnitt durch den vorderen Teil der Gehirnanlage des Embryos der Fig. 117. Man sieht die beiden Gehirnhöcker und unter jedem den medianwärts scharf abgesetzten Mesoblast mit den Hohlräumen, durch deren Verschmelzung das Coelom entsteht. Die Medullarfurche zwischen den Höckern ist noch breit und muldenartig; unter ihrem Epithel liegt in der Mittellinie die aus Zylinderepithel bestehende Entodermverdickung, die Vorstufe der Chorda.

Jetzt beginnt der vordere Rand der Gehirnanlage sich in die Tiefe einzusenken und nach unten und hinten vorzuwachsen, wie wir bei der Untersuchung des Proamnios schon gesehen haben. In den Fig. 112—114 ist die Einsenkung noch nicht erfolgt, in den Fig. 109—111 und Fig. 115—117 ist sie schon verschieden tief eingedrungen. Untersucht man diese Stadien an der Unterfläche, so findet man vorn an Stelle der an der Oberfläche befindlichen Einsenkung einen Querwulst,

dessen mittlerer Teil, entsprechend dem oben erwähnten dreieckigen Felde zwischen den beiden Gehirnhöckern, oft mehr vorspringt, als die Seitenteile. Auch in späteren Stadien kann sich dieser Vorsprung noch erhalten. Vgl. Fig. 144 auf Taf. VI, welche das Unterflächenbild des Embryos der Fig. 111 der Taf. V darstellt.

Je mehr die Hirnhöcker in die Tiefe wachsen, um so mehr erhebt sich der Querwulst an der Unterfläche und wird zur Wandung einer sich vertiefenden, nach hinten offenen Nische. Vgl. die Unterflächenbilder der Fig. 121a, 129a, 134, 145 und 146. Diese Nische ist von einem vorderen und zwei Seitenrändern begrenzt, welche unter einem Winkel zusammenstossen oder auch unter Abrundung ineinander



Textfig. 56 a—c. ($^1/_4$ kl.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 131 auf Taf. VI.
Querschnitte durch die Gehirnanlage (a—c), den Kopfdarm (b) und dessen Eingang (c). In c beginnende Unterwachsung der Chordaanlage von Seiten des Entoderms.

übergehen. Fig. 121a. Der vordere Rand ist gerade oder springt auch häufig nach hinten hin etwas konvex vor. Fig. 121a, 129a, 134.

Diese durch das Vorwachsen der Gehirnhöcker vorn abgegrenzte Nische ist die Anlage des Kopfdarmes, wie Längsschnitte zeigen.

Textfig. 53 auf Seite 204 ist ein nahe der Mittellinie gefallener Sagittalschnitt durch den Embryo der Fig. 116 (vgl. auch das der Unterseite dieses Embryos ähnliche Unterflächenbild der Fig. 144). Die Einsenkung ist noch nicht weit vorgeschritten. Vorn ist der oben erwähnte Querwulst des Unterflächenbildes getroffen, welcher aus dem hohen Medullarepithel und dem verdickten, nach hinten mit der Chorda zusammenhängenden Entoderm besteht.

Textfig. 54 auf Seite 204 illustriert einen Medianschnitt durch das weiter entwickelte, der Fig. 134 auf Taf. VI entsprechende Stadium. Die Einsenkung des Medullarepithels erscheint auf dem Längsschnitt hakenförmig und ist an der Unterfläche von dem hohen Entoderm bedeckt, welches sich von dem Entoderm der Umgebung aus in den Hohlraum der Kopfdarmnische als Darmepithel erstreckt.

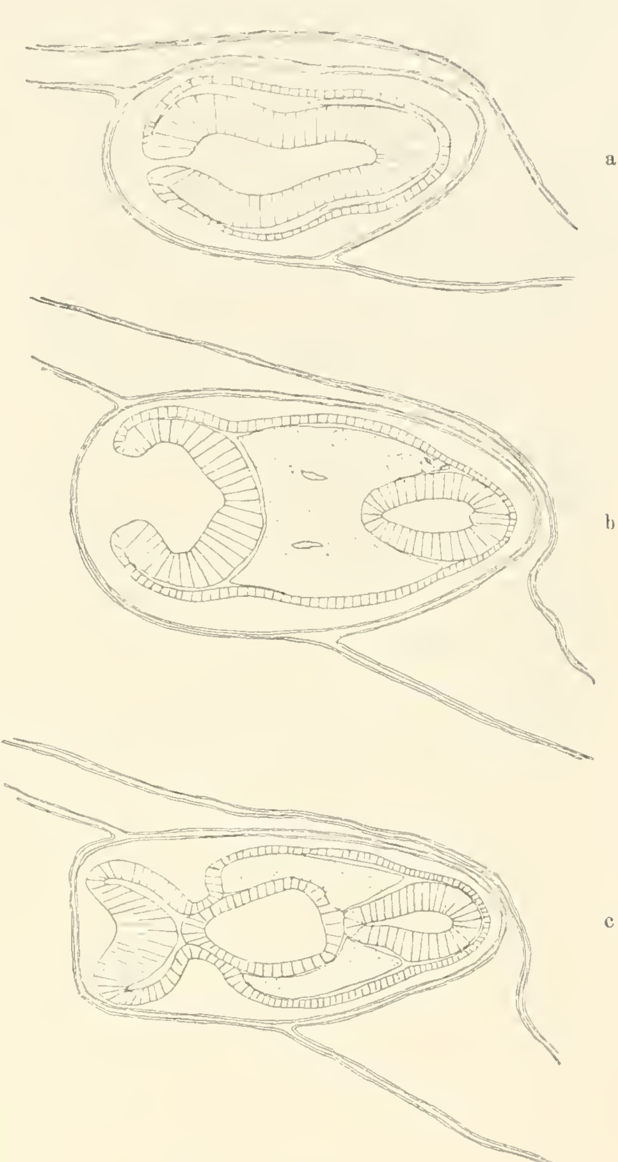
Bei diesem Einsenkungsprozesse erleiden die sich vergrössernden Gehirnhöcker nun bestimmte Formveränderungen.

Anfangs sind die Höcker noch breit und abgerundet, die Medullarfurche zwischen ihnen ist weit. Vgl. Fig. 109—111, 115—117, 119.

Auch auf etwas späteren Stadien können die Hirnanlagen bisweilen noch eine ziemlich breite Form bewahren, wie Fig. 120 auf Taf. V lehrt.

Alsbald verschmälern sich aber die Höcker, werden höher und nehmen im Flächenbilde eine eigentümliche Keulenform an. Vgl. Fig. 121 der Taf. V und die Fig. 126—135 der Taf. VI.

Textfig. 56a—c auf vorhergehender Seite gehört der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 131 auf Taf. VI an. Fig. 56a ist der Querschnitt durch den vordersten, frei vorragenden, sich nach unten umbiegenden Teil der Gehirnanlage des Embryos und zeigt die noch breite, abgerundete Keulenform der Höcker. Der Schnitt besteht noch ganz aus dem Anschnitt des Medullarepithels, nur im rechten Höcker ist schon der vorderste Teil des Mesoblastes mitgetroffen. Textfig. 56b ist durch die Mitte der beiden Keulen in der Höhe des vorderen Endes des noch kurzen Kopfdarmes, Textfig. 56c durch die hintere Öffnung der Kopfdarmnische gegangen. In b ist innerhalb der Unterwand der Kopfdarmhöhle das in den Kopfdarm sich umbiegende Entoderm etwas schräg getroffen; vgl. damit den Medianschnitt der Textfig. 54 auf Seite 204.



Textfig. 57 a—c. ($^1/_4$ kl.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 161 auf Taf. VII. Querschnitte durch die Gehirnanlage, den vorderen Neuroporus (a—c) und den Kopfdarm (c) des vorderen, in der Amnioshöhle abgeschnürt liegenden Körperendes. Über dem Amnios zieht die seröse Hülle frei hinweg; unter dem Embryo das Proamniosfeld.

Wie die folgenden Stadien der Fig. 136—139 auf Taf. VI (2—4 Ursegmente) zeigen, nimmt die Verschmälerung der beiden Gehirnhöcker zu, sodass sie im queren Durchmesser abgeplattet und mehr schaufelförmig erscheinen; ihre freien Ränder bleiben gewulstet. Von hinten her beginnen sich nun die Gehirnwülste zusammenzuschliessen, vorn dagegen klaffen sie im Oberflächenbilde noch weit von einander. Fig. 136 bis 142 der Taf. VI.

An den Embryonen der Taf. VII verschwindet sodann die breite, klaffende Spalte aus dem Oberflächenbilde mehr und mehr, da die Medullarnaht sich an der Gehirnanlage von hinten nach vorn schliesst, und die vordersten Teile der Gehirnplatten noch mehr in die Tiefe umbiegen. Nur ganz vorn, am untersten Ende der Medullarfurche, bleibt noch bis zu dem Zeitpunkte vor dem Schluss des Amniosnabels eine breite, klaffende Spalte übrig, der vordere Neuroporus, wie das Unterflächenbild der Fig. 161a (8 Ursegmente) demonstriert. Diese Stelle ist auch nach Schluss des Amnios in den Stadien der Fig. 169 noch nicht geschlossen, die klaffende Öffnung hat sich aber zu einer schmalen Spalte verengt.

Die Textfig. 57a—c auf vorhergehender Seite sind der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 161 (8 Ursegmente) entnommen. Fig. 57a ist ein Querschnitt durch den vordersten Teil der schmalen, unten noch klaffenden Gehirnplatten. In Fig. 57b und c wurde die nach unten gekrümmte Gehirnanlage zweimal getroffen; in Fig. 57b zeigt der untere Gehirnquerschnitt den mittleren, weitesten Teil des Neuroporus, in Fig. 57c sein hinterstes (eigentlich vorderstes) Ende.

Infolge der frühzeitigen Krümmung und Umbiegung der Gehirnanlage in die Tiefe sind im Flächenbilde die drei primären Gehirnbläschen nicht deutlich. Erst nachdem der Embryo vorn abgeschnürt ist und sich auf die linke Seite gelegt hat (Taf. VII), lassen sich die Gehirnabschnitte im Flächenbilde unterscheiden, besonders nach Färbung und Aufhellung.

Der vorderste Abschnitt repräsentiert das Vorderhirn und ist unter starker Kopfbeuge nach unten und hinten abgebogen. In den Stadien der Fig. 168 und 169, kurz vor und nach Schluss des Amnios, werden an ihm die Anlagen der primären Augenblasen als kleine, noch flache Erhebungen äusserlich sichtbar.

Das Mittelhirnbläschen kommt infolge der starken Kopfbeuge am höchsten zu liegen und bildet einen an der Oberfläche des Embryos deutlich erkennbaren Scheitelhöcker.

Das Hinterhirn markiert sich äusserlich in den Figuren am wenigsten.

XIV. Die Entwickelung der äusseren Körperform.

Obwohl in den früheren Kapiteln, besonders in der Abhandlung über die Gastrulation (Kap. VIII), die äussere Körperform der Kreuzotter-Embryonen mehrfach berücksichtigt worden ist, dürfte es zweckmässig sein, die Entwickelung der äusseren Körperform im Zusammenhang ganz in Kürze zu schildern und ihre wesentlichen Punkte in diesem Kapitel in einem Überblicke zusammenzustellen.

Der erste Anfang der Körperanlage des Embryos wird durch den Embryonalschild, Area embryonalis, gegeben, welcher als weissliche Stelle von länglicher, ovaler, selten mehr kreisrunder Form innerhalb des Keimhofes sichtbar wird. Fig. 64—68 auf Taf. III. Die Abgrenzung des Schildes ist im Flächenbilde oft undeutlich. Fig. 69, 70, 74, 77. An seinem hinteren Rande bildet sich alsdann eine Randverdickung aus, welche aber bei der Kreuzotter als Randsichel im Flächenbilde nicht deutlich in die Erscheinung tritt. Wenigstens war in den zahlreichen mir zu Gebote stehenden Präparaten, welche im mikroskopischen Bilde dem Randsichelstadium entsprachen, im Flächenbilde kein typischer Halbmond wahrnehmbar. Um so deutlicher fand ich die Randsichel als grossen, weisslichen, sehr auffälligen Halbmond am hinteren Rande des Embryonalschildes bei der Ringelnatter*) ausgeprägt. Die Schlangen verhalten sich hierin also wohl verschieden.

Der grösste mittlere Teil der Randverdickung geht direkt in die Urmundplatte über, welche als weisslicher Fleck alsbald sehr auffällig wird und schon mit blossem Auge wahrgenommen werden kann. Vgl. Fig. 105 auf Taf. IV. Die Urmundplatte ist leicht sichelförmig oder auch länglich und quer zur Längsachse des Embryonalschildes gestellt. Jetzt wird es möglich, mit aller Sicherheit die Medianlinie des Embryos zu bestimmen, indem man senkrecht zur Mitte der Urmundplatte eine Linie zieht; diese Senkrechte fällt mit dem Längsdurchmesser des Schildes zusammen und bezeichnet die Medianebene des Embryos. Nur in sehr seltenen Ausnahmen (Fig. 71) coincidieren die Senkrechte und der Schilddurchmesser anfangs nicht; später reguliert sich aber jedenfalls wohl diese Abweichung, da ich in späteren Gastrulationsstadien nur das zuerst erwähnte Verhalten antraf.

Auf der Urmundplatte senkt sich sehr früh, als erstes Stadium des Blastoporus, die Archistomrinne ein, welche meist sehr ausgesprochen sichelförmig mit nach hinten gerichteter Konvexität ist (Fig. 72, 75); bisweilen ist ihre Biegung so stark, dass eine winkelige Einknickung entsteht. Fig. 73. In den ersten Anfängen erscheint die Archistomrinne aber auch oft als einfacher, querer, sehr flacher Eindruck (Fig. 69, 70 und 77), welcher sich auch bei weiterer Ausbildung der Urmundplatte noch erhalten kann. Fig. 74 und 76.

---

*) Vgl. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901, Taf. XXIX, Fig. 1.

Vor und hinter der Rinne erheben sich als flache, schmale, seitlich konfluierende Wülste die Vorder- und Hinterlippe des Blastoporus.

Die mit der Archistomrinne versehene Urmundplatte gibt sich an der Oberfläche des Keimhofes als kleiner, weisslicher, sehr flacher Hügel zu erkennen, während der Embryonalschild eine ebene, glatte Fläche darstellt. Noch mehr tritt die Urmundplatte an der Unterseite hervor und bildet hier einen abgerundeten, quer gestellten Höcker, welcher allerdings durch die zahlreichen Zellstränge des Dotterentoblastes gewöhnlich verdeckt wird. Vgl. meine entsprechende Abbildung von der Ringelnatter.*) Diese Stelle schnürt sich seitlich vom Embryonalschild ab, sodass die ganze Embryonalanlage jetzt eine mehr birnförmige Begrenzung zeigt. Fig. 71—73, 75, 76.

Der gesamte Keimhof hat jetzt eine Ausdehnung von 5—6 mm im Durchmesser bei kreisrunder Begrenzung; bei länglichen Formen misst sein längster Durchmesser 6½—9 mm, sein querer 5—6 mm.

Auf das Archistomstadium des Blastoporus folgt dessen Prostomstadium, indem die Seitenteile der Vorderlippe hörnchenartig nach hinten hin wachsen. Hierdurch werden die lateralen Enden der Archistomrinne zum Verstreichen gebracht, und der Blastoporus nimmt die Form einer mit ihrer Konvexität nach vorn gerichteten Spalte an. Dabei vertieft sich sein mittlerer Teil zum Chordulagang („Urdarm").

Die äussere Körperform des Embryos ist auf dieser Entwickelungsstufe noch recht einfach. Fig. 82 bis 97 der Taf. IV. Die Begrenzung des Schildes tritt gewöhnlich nicht deutlich hervor, wenigstens nicht an der auf dem Ei befindlichen Keimhaut, da sich die Dotterentoblastmasse, wie oben Kapitel VIII 3 geschildert, in dicker Schicht am Rande des Schildes der Keimhaut angelagert hat. Was auf diesen Stadien eigentlich nur in die Augen fällt, ist das spalt- oder auch dachlukenförmige Prostom, dessen Hinterlippe allmählich schwindet, während die Vorderlippe mit um so schärferem Rande vorwächst. Mit Bezug auf die Formverhältnisse des Prostoms verweise ich auf Kapitel VIII 3. Es sei nur noch erwähnt, dass sich in seltenen Fällen (Fig. 87 und 88 der Taf. IV) die Archistomkrümmung des Blastoporus noch bis in spätere Stadien der Chordulation erhalten kann, um erst dann umgewandelt zu werden. Vgl. Fig. 87 und 88.

Entsprechend der Ausdehnung des Chordulaganges und des Chordafortsatzes der Urmundplatte markiert sich nun vor der Vorderlippe des Prostoms ein vorn abgerundetes, etwas längliches, weissliches Feld, welches nach hinten in die beiden hörnchenartigen Vorsprünge der Vorderlippe ausläuft. Fig. 86 und 89.

In diesem Felde tritt nach der Perforation des Chordulaganges in die Subgerminalhöhle in einiger Entfernung von dem freien Rande der Vorderlippe im Oberflächenbilde eine anfangs nur flache Vertiefung auf, welche der Perforationsstelle entspricht. Fig. 85 und 96. Wenn sich die Entodermverdickung der Chordaanlage als weisslicher, ein wenig hervorragender, medianer Streifen im Flächenbilde kenntlich macht, so wird die einfache Vertiefung in zwei seitliche, flachere zerlegt. Fig. 84, 94 und 95. Sie kann auch kleeblattartig werden, sobald die Mesoblasthörner nach vorn vorzuwachsen beginnen. Fig. 97.

In den sich anschliessenden Übergangsstadien zum Metastom kann sich die Vertiefung zu einer sehr auffälligen, breiten, tiefen Grube vergrössern (vgl. Textfig. 21 auf S. 118), welche sich in den späteren

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. LXX, Taf. XXX, Fig. 21a.

Stadien kurz vor der Anlage der Gehirnhöcker nach Schluss des Urmundes und nach Ausbildung der Primitivrinne wieder abzuflachen scheint, wenigstens sind mir auf dieser letzteren Entwickelungsstufe viele an der Oberfläche fast ganz ebene, sehr flache Embryonalanlagen vorgekommen. Vgl. die Textfig. 32a, 35a, 37—39 mit Textfig. 21. Auch bei der Ringelnatter machte ich ähnliche Beobachtungen.*) Aus dieser Grube geht die Rückenfurche hervor. Andererseits habe ich bei der Kreuzotter auch Übergangsformen erhalten, welche kaum Andeutungen der medianen Vertiefung zeigten. Vgl. Textfig. 20a und 22 und Fig. 98 auf Taf. IV. Die Körperform scheint demnach in dieser Zeit Variationen unterworfen zu sein.

Wenn der Embryo aus dem Prostomstadium des Blastoporus in das Metastomstadium übertritt, wachsen die Hinterhörner der Vorderlippe noch mehr nach hinten und zugleich medianwärts. Dadurch werden Blastoporus und Vorderlippe verschmälert und eingeengt: zwischen den Hörnern entsteht die Metastomrinne. Auf dieser Stufe kommt häufig eine mediane, winkelige Einkerbung der sich verkleinernden Vorderlippe zur Beobachtung. Textfig. 21 und 22; vgl. auch Textfig. 32a.

Die Fig. 98 auf Taf. IV und die Textfig. 20—22 stellen typische Übergangsformen zum Metastomstadium dar. Sie entsprechen der von mir bei der Ringelnatter beschriebenen Falterform der Embryonalanlage; nur fehlt bei der Kreuzotter der eigentümliche Epithelknopf der Vorderlippe. Ferner divergieren bei dieser Giftschlange die Hinterhörner mit ihren hinteren Rändern nicht so stark flügelartig nach den Seiten hin; auch fehlt hier die bei der Ringelnatter bisweilen so auffällige Streifung der Flügel. Bei der Kreuzotter kommt daher die von mir unterschiedene Falterform oder Schmetterlingsfigur**) der Embryonalanlage nicht so charakteristisch zum Ausdruck, wie bei der Ringelnatter. Jedoch fand ich auch bei der Kreuzotter gelegentlich Embryonalformen, welche der Schmetterlingsfigur der Ringelnatter-Embryonen sehr nahe kommen, vgl. Fig. 104, ferner die Textfig. 32a; die ähnlichen Embryonalformen der Textfig. 38 und 39 gehören schon einer späteren Entwickelungsstufe mit geschlossenem Urmund und ausgebildeter Primitivrinne an, sind aber jedenfalls ursprünglich aus einer Falterform hervorgegangen.

Die eingreifendste Veränderung, welche sich bei dem Übergang ins Metastomstadium des Blastoporus abspielt, ist die flächenhafte Entfaltung des Mesoblastes, welche nach hinten, zu den Seiten und nach vorn hin recht schnell erfolgt. Während in Fig. 97 der Mesoblast nur eben erst in der Umgebung des Blastoporus sich abzuspalten beginnt (vgl. Textfig. 19 und Fig. 187 auf Taf. X), hat er in Fig. 98 und den ähnlichen Stadien der Textfig. 20—22 den Embryo schon in weitem Umfange umwachsen, sodass der letztere bereits in einem grossen extraembryonalen Mesoblastfelde liegt. Vgl. Textfig. 52 auf Seite 186. Dabei ist das oben erwähnte Dotterentoblastlager vom Embryonalschilde abgewandert und dem vorwachsenden Rande des Mesoblastes zum Teil gefolgt, wobei es einen grossen Teil seiner Elemente an den Mesoblast abgegeben hat. Das hat zur Folge, dass die Umgebung des Embryos durchsichtiger geworden ist: der Embryo hebt sich jetzt als kleine, weissliche, schon mit blossem Auge sichtbare Stelle ab, vgl. Fig. 108 auf Taf. IV, welche Figur ein Ei mit Keimhaut in natürlicher Grösse darstellt.

Während der Mesoblast ausserhalb der eigentlichen Embryonalanlage nach hinten und seitlich ge-

*) Vgl. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. LXX, 1901, Taf. XXXII und XXXIII.

**) L. c. Taf. XXXII und XXXIII.

schlossen vordringt, wächst er nach vorn in Gestalt zweier Hörner aus, deren vordere Enden sich medianwärts umbiegen und das Proamniosfeld zwischen sich fassen. In dem letzteren gibt sich hinten die im vorigen Kapitel geschilderte Verdickung des Ento- und Ektoderms als weissliche, halbmondförmige Stelle, wenn auch nicht immer, kund. Die medialen Ränder der Mesoblasthörner verursachen jederseits eine leichte Erhebung an der Oberfläche. Vgl. Fig. 98—104 der Taf. IV und V.

Das extraembryonale Mesoblastfeld wird von der durchsichtigen, nur aus Ekto- und Entoderm bestehenden, verschieden breiten, etwas unregelmässigen Zona pellucida umgeben, welche ihrerseits wieder von der weisslichen, undurchsichtigen Zona opaca eingerahmt wird. Textfig. 52, Fig. 143 auf Taf. VI. Wie Fig. 108 zeigt, entsteht bei der Konservierung der Keimhaut am ganzen Ei auf diesen und den nächstfolgenden Stadien sehr leicht im Bereich des Keimhofrandes ein breiter Einriss.

Der Embryo besitzt auf dem Übergangsstadium zum Metastom und den nächstfolgenden Stadien der Fig. 99—104 der Taf. IV eine Länge von $1\,{}^1/_2$ bis gegen 2 mm, wenn man als vordere Grenze die im Flächenbilde erkennbaren vorderen Hörnerspitzen des Mesoblastes ansieht und von hier bis zum hintersten Ende der Seitenlippenwülste misst.*) Das ihn umgebende, kreisrunde oder längliche Mesoblastfeld hat es bald auf einen Durchmesser von 3—4 mm gebracht, während der Keimhof jetzt 9 bis 13 mm misst.

Die Körperform der nun folgenden Stadien wird durch zwei Faktoren bestimmt und charakterisiert:

1. die Ausbildung der Metastomrinne und ihre Überführung in die Primitivrinne nach Schluss des Urmunds,
2. die Erhebung der Gehirnhöcker.

Gerade diese Stadien zeigen in ihrem Aussehen grosse Verschiedenheiten, welche sich z. T. dadurch erklären, dass

a) bald der Verschluss des Blastoporus und die Umwandlung der Metastomrinne sich vollziehen, bevor noch eine Andeutung der Gehirnhöcker zu erkennen ist;
b) bald die Medullaranlage bei noch mehr oder weniger primitiven Verhältnissen am Blastoporus hervortritt;
c) es können aber auch die Organanlagen am vorderen und hinteren Teile des Embryos mehr gleichen Schritt halten, wie es in den Textfig. 36 und 37 auf Seite 150 und 151 der Fall ist; während an diesen beiden noch ziemlich flachen Embryonalanlagen die Gehirnhöcker gut ausgeprägt sind, besteht hinten bereits die Primitivrinne, hinter welcher sich nur in Fig. 36 noch ein Rest der sekundären Metastomrinne erhalten hat.

---

*) Das genaue Längenmass der Embryonen auf diesen Stadien im Flächenbilde zu bestimmen, stösst auf Schwierigkeiten, denn die vordere und hintere Grenze der Embryonalanlage ist nicht scharf ausgeprägt. Vorn verliert sich die Schildausstrahlung allmählich, ebenso hinten die Ektoblastemmasse an den hinteren Enden der Seitenwülste der Metastomrinne. Die letzteren treten an dem ungefärbten, bei auffallendem Licht untersuchten Präparaten als weissliche Stellen noch am deutlichsten hervor. Färbt und hellt man die Präparate auf, so werden die Grenzen noch undeutlicher und verschieben sich im Flächenbilde proximalwärts. Wenn man die ungefärbten Embryonen bei auffallendem Licht unter der Lupe mit dem Zirkel misst, wie ich es meist getan habe, so erhält man daher ein wenig grössere Ausmasse, als an dem tingierten Canadabalsampräparat. Das gilt auch für die hintere Körpergrenze der Embryonen späterer Stadien, bei denen die vordere Grenze durch die präcerebrale Grenzrinne genau bezeichnet ist.

Dazu kommen dann noch die oben in Kapitel VIII 4 und 5 besprochenen Differenzen der mannigfachen Einzelheiten am Blastoporus selbst, auf welche an dieser Stelle nicht noch einmal eingegangen werden soll.

Die Fig. 99—104 der Taf. IV und die Textfig. 32a und b, 35a, 38 und 39 zeigen uns den unter a aufgeführten Fall.

Durch das medianwärts gerichtete Vorwachsen der Seitenlippen ist die Metastomrinne sehr eng geworden und schliesst bei den Embryonen der Fig. 99—101 und 102 der Taf. IV in ihrem vorderen Teil einen Metastompfropf („Dotterpfropf") von verschiedener Grösse ein. Der Blastoporus erweist sich an der Oberfläche der Embryonen der Fig. 99—101, 103—104 und der Textfig. 32 noch durchgängig und wird von einer sehr klein gewordenen, aber noch deutlichen Vorderlippe begrenzt. Vor ihr liegt eine nur schwache Vertiefung als Andeutung der Rückenfurche. Nur in Fig. 102 erscheint die Rückenfurche etwas tiefer und setzt sich durch Vermittelung einer schon vorhandenen Verbindungsfurche über die in die Tiefe gedrängte, im Flächenbilde nicht mehr sichtbare Vorderlippe in die Metastomrinne nach hinten hin fort.

In der Textfig. 35a, 38 und 39 ist von der Vorderlippe und dem Blastoporus keine Spur mehr zu sehen, dagegen ist schon die Primitivrinne ausgebildet und jederseits von einem grossen, länglichen, konvexen Primitivlippenhöcker begrenzt; nach vorn geht sie durch Vermittelung der Verbindungsfurche direkt in die Rückenfurche über. In Fig. 38 ist die Primitivrinne schmal und eng, in Fig. 39 dagegen sehr breit. Nach hinten davon sieht man den Zwischenhöcker in Ausbildung begriffen, welcher in Fig. 39 noch eine flache, schmale Furche als letzten Rest der sekundären Metastomrinne aufweist.

Nach den Embryonalformen und ihrem inneren Bau zu urteilen, schliessen sich die Embryonen der Fig. 32, 38 und 39 wohl direkt an die Falterform der Fig. 104 und der Textfig. 22 und 32a, diejenigen der Fig. 35a an die der Fig. 98—103 an; sie stellen die aus ihnen unmittelbar hervorgegangenen weiteren Entwickelungsstufen dar.

In allen genannten Figuren fehlen die Erhebungen der Gehirnhöcker im Flächenbilde vorn noch vollkommen; nur in Textfig. 38 beginnt ihre erste Andeutung sichtbar zu werden.

Infolgedessen ist auch die untere Seite dieser Embryonen noch ganz flächenhaft ausgebreitet und weicht nur wenig von der Oberseite ab. Vgl. Fig. 102a, 103a, 104a der Taf. IV und die Textfig. 20b und 32b. Die das Proamniosfeld begrenzenden medialen Ränder des seitlichen Mesoblastes treten auf der Unterseite noch etwas mehr hervor, als auf der Oberfläche, konvergieren nach hinten und fassen hier die Chordarinne zwischen sich, welche an ihrem hinteren Ende anfangs noch die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals deutlich erkennen lässt. Je mehr sich aber die Unterwand des Kupfferschen Kanals verkürzt, um so unansehnlicher wird der kleine Querspalt, bis er schliesslich in dem Übergangsstadium des Blastoporus zur Metastomrinne als kleines, punktförmiges Loch nur noch mit Mühe aufgefunden werden kann. Textfig. 20b. Nur wenn ein echtes Metastom zur Ausbildung kommt, wie es für die Embryonen der Fig. 112—114 der Taf. V von mir geschildert worden ist, erhält sich dieses Loch an der Unterseite länger. Entsprechend der Verkürzung der Unterwand des Kupfferschen Kanales muss die untere Öffnung auch mehr nach hinten hin rücken. Da, wie wir oben gesehen haben, die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals früher verlegt wird, als die obere sich schliesst, so ist an der Unterseite der Embryonen der Fig. 99—104 (vgl. Fig. 102a, 103a, 104a) und der Textfig. 32a (vgl. b)

die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals nicht mehr aufzufinden, während die Oberseite den Blastoporus mit seiner Vorderlippe noch deutlich erkennen lässt. Noch mehr gilt das natürlich für die Unterseite der Embryonen, an deren Oberseite sich der ursprüngliche Urmund schon ganz geschlossen hat und nicht mehr kenntlich ist.

Die einzigen aus der Fläche der Unterseite dieser Stadien mehr hervortretenden Gebilde sind die „Seitenhöcker, welche den sich verdickenden Hinterhörnern der Vorderlippe des Blastoporus, den späteren Seitenlippen der Metastomrinne, entsprechen. Anfangs sind sie noch unansehnlich und mehr länglich. Fig. 104a der Taf. IV und Textfig. 32b. Alsbald erheben sie sich aber mehr und werden zu zwei fast halbkugeligen (Fig. 102a und 103a) oder auch ein wenig länglichen (Textfig. 20b), sehr auffälligen Höckern, welche um so näher aneinander rücken, je mehr sich an der Oberseite des Embryos die Seitenlippen der Metastomrinne zusammenschliessen. Dadurch wird auch der anfangs breite, rinnenartige Raum zwischen ihnen zu einer immer schmaler und flacher werdenden Furche. Vgl. Textfig. 20b mit Fig. 102a und 103a. —

Der unter b auf Seite 216 genannte Fall wird durch die Fig. 110—115 der Taf. V repräsentiert: die Gehirnhöcker beginnen in die Erscheinung zu treten und sich am vorderen Rande des Embryos einzusenken, während die Blastoporusgegend noch auf primitiver Entwickelungsstufe verblieben ist.

Die ursprünglichsten Verhältnisse zeigen die Fig. 112—114. Es besteht ein echtes Metastom als kurzer, senkrecht zur Oberfläche des Embryos direkt von oben in die Subgerminalhöhle führender Kanal, dessen Lumen am vordersten Ende der Metastomrinne liegt und im Flächenbilde unter der Lupe als kleines, wie ein Nadelstich aussehendes Loch festgestellt werden kann. In Fig. 112 und 114 ist vor ihm sogar noch eine deutliche, wenn auch sehr kleine Vorderlippe erhalten, welche in Fig. 113 durch die schon tief einschneidende Verbindungsfurche undeutlich gemacht ist. Die vom Metastom nach hinten gehende Metastomrinne ist noch sehr breit und beherbergt eine hohe Metastomleiste; seitlich gehen davon die Grenzfurchen ab. Siehe Kapitel VIII 4.

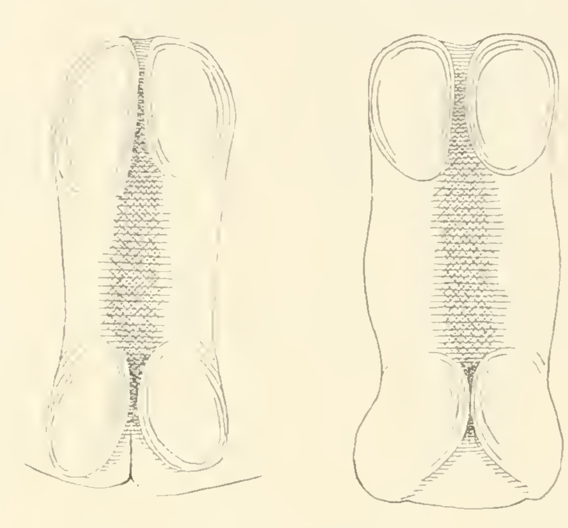
Die weitere Umformung der Metastomgegend führen die Fig. 111, 110, 115 und 109 in übersichtlichster Weise vor. In ihnen ist ein wesentlicher Fortschritt dadurch herbeigeführt worden, dass sich der Blastoporus vollständig geschlossen hat, die Vorderlippe verschwunden ist und eine nur in Fig. 111 noch schräge, sonst grade Verbindungsfurche die tiefer gewordene Rückenfurche mit der Metastomrinne verbindet. Ausserdem hat sich die Primitivrinne angelegt. Fig. 111 reiht sich unmittelbar an 112 an. Ihre Metastomrinne ist noch breit und beherbergt eine grosse Metastomleiste und daneben noch eine kleinere zweite. Den Schwund der Metastomleiste und den Übergang ihres vorderen Teiles in einen Metastompfropf demonstrieren die Fig. 115, 110 und 109, wobei Fig. 115 wohl als direkte Folge aus Fig. 114 hervorgegangen ist.

Die Oberflächenbilder der Fig. 110, 114 und 115 erinnern hinsichtlich ihrer Metastomgegend an die Fig. 99—101 und 103 der Taf. IV, während Fig. 102 der Fig. 109 der Taf. V nahe steht; doch ist zu betonen, dass in den Embryonen der Taf. IV noch der Kupffersche Kanal besteht und jede Andeutung der Primitivrinne fehlt. Das verschiedene Aussehen der Flächenbilder der beiden Tafeln wird hauptsächlich bedingt durch die Ausbildung der Gehirnhöcker an den Embryonen der Taf. V. In den Fig. 112—114 beginnt ihre Hervorwölbung deutlich zu werden, eine Einsenkung hat aber noch nicht stattgefunden. In den folgenden Stadien mit schon ausgebildeter Primitivrinne (Fig. 109—111, 115 bis

117) treten die Gehirnhöcker als abgerundete, fast halbkugelige Gebilde in die Erscheinung, fassen eine immer deutlicher werdende Furche, die erste Anlage der Medullarfurche, zwischen sich und senken sich mit ihrem vorderen Rande in die Tiefe. Dadurch wird die Proamniosfalte hervorgerufen; zwischen ihr und der in die Tiefe wachsenden Gehirnanlage entsteht auf der Oberseite ein schmaler, dunkler Spalt, die präcerebrale Grenzrinne, welche die Wölbung der Gehirnhöcker im Flächenbilde um so schärfer hervortreten lässt.

Inzwischen vereinigen sich die vorderen Mesoblasthörner mit ihren medianen Spitzen und lassen in sich das Exocoelom entstehen; der Zeitpunkt, in welchem dies geschieht, differiert allerdings etwas, wie ein Vergleich der Figuren auf Taf. V und VI zeigt. Siehe Kapitel IX. Eine Amniosanlage fehlt zunächst noch ganz.

Auch die Unterseite der Embryonen der Taf. V zeigt ein anderes Bild als die der Taf. IV, wie ein Vergleich der Fig. 144 auf Taf. VI mit den Fig. 102a, 103a und 104a der Taf. IV lehrt. Fig. 114 stellt die Unterfläche des Embryos der Fig. 111 auf Taf. V dar. Die ganze Embryonalanlage ist auch auf diesem Stadium noch merkwürdig platt und tritt wenig aus der Fläche hervor. Die Begrenzung und die Schatten der Fig. 144 sind eigentlich noch etwas zu scharf und tief gezeichnet, im Präparat erscheinen sie unter der Lupe meist zarter. Nur der vordere Rand des Embryos erhebt sich als querer, etwas gebogener Wulst um so mehr, je mehr sich die Gehirnhöcker an der Oberseite einsenken. Gewöhnlich wächst der mittlere Teil des Wulstes ein wenig stärker hervor; er entspricht dem kleinen, dreieckigen Felde, welches im Oberflächenbilde vorn zwischen den Gehirnhöckern meist sichtbar ist und hier am weitesten nach vorn vorragt. Taf. V und Textfig. 36 und 37. Hinten haben sich in Fig. 144 die Seitenhöcker etwas in die Länge gestreckt, in Übereinstimmung mit dem weiteren Auswachsen der Seitenlippen nach hinten, während sich die Höcker in den Fig. 102—104a der Taf. IV mehr der halbkugeligen Form nähern. Die medialen Ränder der vorderen Mesoblasthörner, welche auf der Unterseite der Embryonen der Taf. IV noch sehr in die Augen fallen, kommen in Fig. 144 nicht mehr in Frage, da die Mesoblasthörner schon vor die Gehirnanlage nach vorn gewachsen sind. Dafür macht sich neben der Chordarinne der verdickte Mesoblast in Form zweier flacher Wülste bemerkbar.



Textfig. 58 a und b.
Oberflächenbilder zweier Embryonalformen nach Schluss des Urmunds und Ausbildung der Primitivrinne und kurz vor Erhebung der Medullarwülste. Gehirnanlage und Primitivlippenhöcker in Gestalt zweier Höckerpaare ausgeprägt. In a ist noch ein Rest der sekundären Metastomrinne erhalten. Vergrösserung 31—34.

Die geschilderten zeitlichen Differenzen in der Ausbildung des vorderen und hinteren Endes des Embryos gleichen sich im weiteren Verlauf der Entwickelung alsbald wieder aus, sodass wir ein Stadium erhalten, welches uns die obenstehenden Textfig. 58a und b vorführen.

Die Gehirnanlagen springen sofort als zwei stark konvexe, ein wenig längliche Höcker in die Augen; sie senken sich mit ihrem vorderen Rande ziemlich tief ein. Neben ihnen sieht man gewöhnlich schon die Anfänge der Kopffalte des Amnios. Hinten ist vom Urmund keine Spur mehr wahrzunehmen. Die Primitivrinne ist ausgebildet und erscheint bald schmal (Textfig. 58b), bald breiter (Textfig. 58a).

Nur seltener erhält sich hinter ihr noch ein letzter Rest der sekundären Metastomrinne in Gestalt einer schmalen, medianen Furche. Textfig. 58a.

Seitlich neben der Primitivrinne wulsten sich nun die Primitivlippen vor und werden zu zwei länglichen Höckern, den Primitivlippenhöckern, von ähnlicher Grösse und ähnlicher Form wie vorn die Gehirnhöcker. Hinten liegt zwischen den Primitivlippenhöckern ein dreieckiges Feld, der spätere Zwischenhöcker. Wir erhalten also auf diesem Stadium zwei Paare von Höckern, ein vorderes und ein hinteres. Der dazwischen gelegene Embryonalkörper zeigt eine breite, flache Rückenfurche, welche seitlich von zwei niedrigen, die Höcker jederseits verbindenden Wülsten eingefasst wird. Untersucht man die Embryonalanlage zu diesem Zeitpunkt mit blossem Auge oder mit einer schwachen Lupe, so erscheint sie unter dem sehr charakteristischen Bilde zweier kleiner, weisser, parallel nebeneinander gelegener, an ihren Enden etwas verdickter Striche. Vgl. die in natürlicher Grösse gezeichneten Eier der Fig. 122—125 auf Taf. V und Fig. 143 auf Taf. VI.

Übrigens ist die Ausbildung der Primitivlippenhöcker verschieden. In Fig. 109 der Taf. V z. B., welche der Textfig. 37 nahe steht, sind sie nur unbedeutend und treten kaum hervor. Dagegen werden sie in den früheren Stadien der oben besprochenen Textfig. 38 und 39 schon recht deutlich.

Das Längenausmass der Embryonen der Taf. V hat sich gegen das der Fig. 98—104 auf Taf. IV (vgl. Seite 216) etwas verkleinert, da das dort noch mitgemessene Proamniosfeld in Wegfall kommt; die präcerebrale Grenzrinne, welche die vordere Grenze des Embryos jetzt scharf bezeichnet, liegt ja hinter der Proamniosfalte. Das Längenmass dieser Stadien beläuft sich im Durchschnitt auf 1.3—1.6 mm. Der (längste) Durchmesser des Mesoblasthofes beträgt ein wenig über 4 mm, während der kreisrunde oder auch längliche Keimhof die Ausdehnung von 10—17 mm (im Durchmesser) erlangt hat.

Die Embryonen der Textfig. 58a und b stehen den Übergang vermittelnd zwischen den Fig. 109, 115, 116 und 117 und den Textfig. 36 und 37 einerseits und den Fig. 118—121 und 126 der Taf. V und VI andererseits. Die letzteren leiten über zu den Embryonen der Taf. VI mit ausgebildeter Medullarfurche, die ersteren sind die jüngeren Stadien und ein wenig breiter und kürzer, als die Embryonen der Textfig. 58a und b.

Von jetzt ab verschmälert und verlängert sich die Embryonalanlage noch mehr. Dabei wird die vorher breite Rückenfurche mehr und mehr eingeengt durch die sich erhebenden Medullarwülste, welche vorn in die Gehirnhöcker übergehen, nach hinten hin aber divergieren. Vgl. der Reihe nach die Fig. 117, 116, 119, 121, 126 und 120. Die Gehirnhöcker selbst werden höher und nehmen mehr Keulenform an; seltener bleiben sie noch eine Zeit lang breit. Fig. 119 und 120. Nur ausnahmsweise (Fig. 118) fand ich die Gehirnhöcker auf diesem Stadium bereits besonders schmal und hoch und nach vorn spitz auslaufend.

Im hinteren Bereich dieser Embryonen nimmt die Primitivrinne gewöhnlich das Aussehen einer schmalen, tiefen, medialen Spalte an und geht hinten unter charakteristischer Gabelung in die beiden flachen Grenzfurchen über. Fig. 119—121, 126. Die letzteren umschliessen den Zwischenhöcker, dessen Genese in Kapitel VIII 5 geschildert wurde.

Auch die Unterfläche dieser Embryonalstadien hat Veränderungen erlitten, wie der Vergleich der Fig. 144—146 auf Taf. VI erkennen lässt. Während Fig. 144 uns schon als Unterflächenbild der Fig. 111 bekannt ist, bringen Fig. 145 die Unterseite der Fig. 119 und Fig. 146 die der Fig. 126 zur Anschauung. Auch im Unterflächenbild dokumentiert sich Fig. 145 als das jüngere, Fig. 146 als das

ältere Stadium. In Fig. 145 sind die beiden Seitenhöcker der Verschmelzung nahe: nur mit Mühe kann man bei günstigem Lichte noch eine sehr schmale, flache, trennende Furche zwischen beiden feststellen. Die Verschmelzung ist dann in Fig. 146 vollständig geworden, sodass wir anstatt der beiden getrennten Seitenhöcker von jetzt ab nur einen einfachen, unpaaren Höcker, den Primitivhöcker, liegen sehen. Dieser Primitivhöcker nimmt von vornherein die Form eines nahezu halbkugeligen, grösseren Vorsprungs an und bildet einen sehr auffälligen Bestandteil der Unterseite des Embryos. Vgl. auch Fig. 121a, welche die Unterfläche des Embryos der Fig. 121 darstellt. Nach vorn flacht sich der Primitivhöcker zu einem kurzen medianen Fortsatze ab, wie wir in Kapitel VIII 5 gesehen haben, die Andeutung eines kurzen Primitivstreifs, an welchen sich in der Mittellinie nach vorn hin die der Chorda der Lage nach entsprechende mediane Leiste anschliesst. Fig. 146 und 121a.

Noch mehr treten die Veränderungen am vorderen Ende der Unterseite des Embryos hervor. Der vordere Querwulst der Fig. 144 erhebt sich in Folge der fortschreitenden Umbiegung und Einsenkung der Gehirnanlage mehr und mehr und umwächst einen nach hinten sich öffnenden, nischenartigen Hohlraum, die Anlage des Kopfdarmes. Die Fig. 145, 146, 121 illustrieren Form und Begrenzung des Einganges dieser Kopfdarmnische.

An die zuletzt beschriebenen Embryonen schliesst sich eine typische Embryonalform an, deren Körperform durch die Ausbildung des noch offenen Medullarrohres und die Umwachsung der Primitivrinnengegend von seiten der Medullarwülste beherrscht wird. Die Fig. 126—135 und Textfig. 43 geben davon eine Anschauung.

Durch die sich erhebenden Medullarwülste, welche die schmale Medullarrinne zwischen sich fassen, erscheint der ein wenig länger gewordene Embryo in seinem mittleren Teile verschmälert, während vorn die beiden keulenförmigen Verdickungen der Gehirnanlage um so mehr auffallen; eine leichte, quere Abplattung der vorher mehr abgerundeten Gehirnanlage macht sich hier und da schon bemerkbar. Vgl. Fig. 126, 127, 132. Diese Veränderungen sind mit blossem Auge zu erkennen, sodass man dieses Stadium von dem vorangegangenen schon makroskopisch unterscheiden kann. Vgl. die mit ihren Embryonen in natürlicher Grösse gezeichneten Eier der Fig. 147 und 148 der Taf. VI mit den Fig. 122 bis 125 der Taf. V. Vor der Gehirnanlage sind die Seitenteile der Kopffalte des Amnios gewöhnlich schon ineinander übergegangen, sodass hier an Stelle des Proamnios das Amnios getreten ist; Ausnahme davon machen Fig. 126, 127 und 131, vgl. Kapitel XI. Hinten sind die divergierenden Enden der Medullarwülste weiter vorgedrungen, haben die Primitivlippenhöcker umwachsen und sich hinter denselben mit ihren letzten Ausstrahlungen der Mittellinie wieder genähert. Dadurch wird ein etwa birnförmiges Feld, die Neuroprimitivplatte, abgegrenzt, welches zugleich aus der Fläche etwas hervortritt. In Fig. 121 der Taf. V werden schon die ersten Anfänge der Abgrenzung der Neuroprimitivplatte eingeleitet, in Fig. 132 und Textfig. 43 ist ihre Abgrenzung vollendet, die Fig. 126—131 und 133 zeigen die dazwischen gelegenen Phasen.

Auf dieser Entwickelungsstufe kommt es zur Anlage des ersten Ursegmentpaares (Fig. 128, 129, 132), welches aber den Fig. 126, 127, 130, 131, 133 und 134 noch fehlt. In der Medianlinie der Neuroprimitivplatte und zwar in ihrem mittleren und hinteren Teil bleibt anfangs noch die Primitivrinne als schmale Furche deutlich sichtbar. Hinten verbreitert sie sich ein wenig, um in die beiden Gabeläste der flachen Grenzfurchen überzugehen. Hier ist aber keine Spur irgend einer Blastoporus-

vertiefung nachzuweisen; auch Zellabstossungen sind mit der Lupe nicht mehr zu erkennen. In andern Präparaten (Fig. 127 und 135) lässt die Neuroprimitivplatte eine besondere Primitivrinne vermissen; ihr muldenartig vertiefter Boden repräsentiert dann die Primitivrinne selbst; siehe Kapitel VIII 5.

Neben der Primitivrinne erhält sich auf der Neuroprimitivplatte die Wölbung der Primitivlippenhöcker noch einige Zeit, um sich dann abzuflachen und den Boden des Medullarrohres zu liefern. Fig. 121, 130—132. Textfig. 43. Andererseits können die Höcker aber auch schon früh verschwinden. Vgl. Fig. 118 und 120 der Taf. V.

Durch die Erhebung der Neuroprimitivplatte und das Vorwachsen der Medullarwülste nach hinten wird der ganze, ursprünglich einfache Wulst lateral von der Primitivrinne und der Grenzfurche jederseits in zwei Höcker zerlegt; der vordere ist, wie wir gesehen haben, der Primitivlippenhöcker, der hintere wurde von mir als Nebenhöcker benannt. Nach der Ausbildung der Neuroprimitivplatte treffen wir hinter ihr also drei Höcker an, die beiden Nebenhöcker und dazwischen den Zwischenhöcker. Der letztere nähert sich gewöhnlich der dreieckigen Form und überragt die Nebenhöcker oft nach hinten hin.

In typischen Fällen (vgl. Textfig. 43) treten am hinteren Körperende mithin fünf Höcker plastisch hervor: die beiden Primitivlippenhöcker, die beiden Nebenhöcker und der Zwischenhöcker.

Über die abweichenden Befunde an den Embryonen der Fig. 127 und 135, welche sich von den Embryonalformen der Fig. 111—113 der Taf. V herleiten, siehe Kapitel VIII 5.

Kleine, höckerartige Erhebungen, die sonst noch in einigen wenigen Fällen (Fig. 135 und 137) am hinteren Ende des Embryos zur Beobachtung kamen, sind zufälliger Natur und ohne Bedeutung. Nur eine mediane, feine Furche, welche ich einige wenige Male auf dem Zwischenhöcker beobachtete, ist wohl als letzter Rest der sekundären Metastomrinne aufzufassen.

Da die charakteristischen Veränderungen des Embryos sich in diesen Stadien an seiner Oberfläche abspielen, zeigt die Unterfläche ziemlich dasselbe Bild, wie auf der vorangegangenen Entwickelungsstufe (Fig. 129a und 134); nur der Primitivhöcker ist noch ansehnlicher und die Kopfdarmhöhle tiefer geworden, letztere infolge stärkerer Umbiegung der Gehirnanlage.

Die weitere Entwickelung des Kreuzotterembryos zeigen die Fig. 136—139 der Taf. VI. Die Medullarwülste beginnen, sich im mittleren Teil des Embryos und nach hinten hin zum Medullarrohr zusammenzuschliessen. Dadurch tritt das Medullarrohr und besonders auch seine birnförmige Erweiterung im Bereiche der ursprünglichen Neuroprimitivplatte als mediane Leiste plastisch hervor. Am hintersten Ende des Medullarrohres kommen die Medullarwülste noch nicht zur Vereinigung und lassen eine meist spaltförmige, in den Rest der Primitivrinne überführende Öffnung bestehen, die besonders in Fig. 137 deutlich wird. Dahinter liegen die typischen drei Höcker.

Vorn gehen die Medullarwülste in die Gehirnhöcker über, welche zu hohen, fast schaufelförmigen Platten geworden sind. Hier öffnet sich das Medullarrohr an der Oberfläche des Embryos in einer breiten, klaffenden Öffnung, weil die beiden Gehirnplatten nach vorn, unten und lateralwärts auseinandergehen. Unmittelbar davor liegt die schmale Kopffalte des Amnios und beginnt, sich über die Gehirnplatten vorzuschieben.

Da die Zahl der Ursegmente sich, wie die Schnitte lehren, auf 2—4 jederseits vermehrt hat, so treten die Ursegmentplatten des Mesoblastes neben dem vorderen Abschnitt des schmalen, sich schliessenden Medullarrohres als weissliche, etwas erhabene Streifen die Stammzone bildend deutlich in die

Erscheinung, wodurch ein weiterer Unterschied von den früheren Stadien angebahnt wird, wenn auch die Ursegmente selbst im Flächenbilde nicht unterscheidbar sind.

Die Fig. 140—142 stellen vorzeitig abgestorbene und degenerierte Embryonen dar, welche intra vitam verletzten Eiern entnommen wurden. Die Endhöcker sind verschwunden, die Neuroprimitivplatte erscheint breit und eben, die Medullarwülste sehen unregelmässig und wie eingekerbt aus. In den Serien liessen sich 2—3 Ursegmente noch deutlich erkennen.

Die Embryonen der Taf. VI messen der Länge nach 1,6—2 mm, im Durchschnitt zur Zeit der ersten Ursegmentbildung 1,8—1,9 mm. Vgl. die Anmerkung auf Seite 216. Der sie umgebende Mesoblasthof ist nur wenig grösser geworden, während der Keimhof den einen Eipol gewöhnlich schon überwachsen hat und auf die untere Eihälfte übertritt; nicht selten ist auch der andere Eipol bereits überwachsen, sodass schon beträchtlich mehr als die eine Eihälfte vom Keimhofe bedeckt wird.

Die Abbildungen der Taf. VII führen die Entwickelung des Embryos von der Erhebung der Kopffalte des Amnios bis zum Schluss des letzteren vor. Die Kopffalte überwächst von vorn nach hinten den Embryo. Sobald ihr hinterer Rand etwa die Mitte des Embryos erreicht hat (Fig. 160, 161), seltener früher (Fig. 152), beginnt hinter den drei Höckern die Schwanzfalte als schmale Falte in die Erscheinung zu treten und wächst von hinten und den Seiten her der Kopffalte entgegen. Schliesslich entsteht der Amniosnabel, dessen Lage, Form und allmählichen Schwund die Fig. 164—169 illustrieren.

Da das Amnios dem Kreuzotterembryo dicht anliegt, werden die Einzelheiten der äusseren Körperform in den Präparaten zum grössten Teil verdeckt und unsichtbar gemacht und können nur in den Serienschnitten genauer festgestellt werden.

Die Körperform der Embryonen der Fig. 149—164 mit 4—13 Ursegmenten lässt die folgenden Umwandlungen erkennen.

Der hintere Spalt des Medullarrohres schliesst sich mehr und mehr. Aber auch an solchen Präparaten, deren Medullarrohr hinten unter der Lupe schon völlig geschlossen erscheint, kann in den Serienschnitten vorläufig noch eine kleine Öffnung nachgewiesen werden, welche in eine kurze, rudimentäre, frei zu Tage liegende Primitivrinne überführt. Siehe Kapitel VIII 5 und die Textfig. 48 und 50. Andererseits erhält sich nicht selten bis in diese Zeit hinein ein breiter, klaffender Medullarspalt. Fig. 151, 152, 155, 156, 161; vgl. auch Textfig. 49.

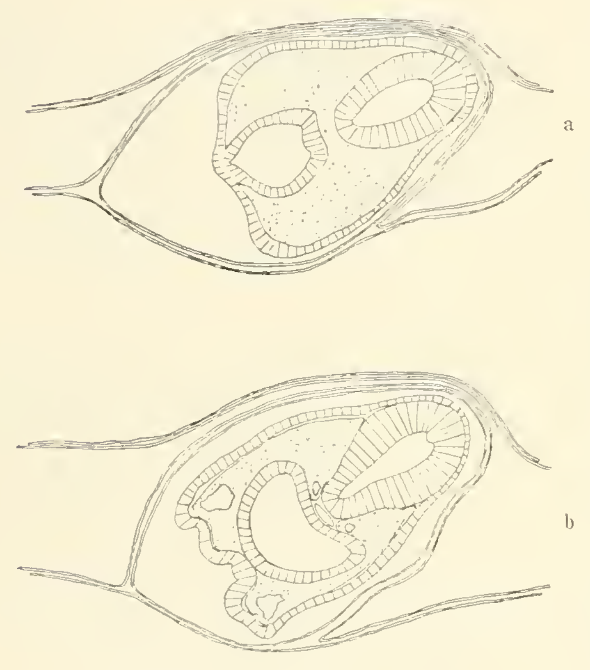
Die drei Endhöcker können in charakteristischer, kleeblattartiger Anordnung im Flächenbilde persistieren. Beständig ist aber nur der mittlere, der aus Ektoblastemgewebe bestehende Zwischenhöcker, während die Nebenhöcker meist undeutlich werden und im Oberflächenbilde verschwinden. Fig. 151, 152, 155—158, 160, 164.

Vorn schreitet die Ausbildung und Umbiegung der Gehirnhöcker fort. Sie werden höher, treten näher aneinander und verwachsen mit ihren oberen Rändern von hinten nach vorn. Dadurch wird der im vorangegangenen Stadium noch weit klaffende Spalt immer enger und kleiner und verschwindet von der Oberseite des Embryos schliesslich ganz. Nur am vordersten, am weitesten nach unten gerichteten Ende der Gehirnanlage erhält sich der Spalt des Neuroporus noch längere Zeit und ist bei Besichtigung der Unterseite des Embryos leicht festzustellen, wie Fig. 161 a zeigt.

Die Gehirnplatten selbst sind an ihren Flächen und Rändern glatt, abgerundet und ganzrandig.

Mit der Vermehrung der Zahl der Ursegmente (4—13) verlängern sich auch die Ursegmentplatten. Die Ursegmente treten im Flächenbilde an dem nicht abpräparierten Keim nur selten so deutlich hervor, dass ihre Zahl mit Sicherheit bei Lupenuntersuchung bestimmt werden kann. Fig. 150 und 153.

Die wesentlichste Veränderung dieser Embryonen wird durch die mehr und mehr zunehmende Abschnürung des vorderen Körperendes gegeben. Während das Hinterende zunächst noch vollständig platt in der Fläche der Keimhaut liegen bleibt, schnürt sich das Vorderende mit fortschreitender Amniosentfaltung ab und tritt dadurch aus der Oberfläche der Keimhaut heraus. Dabei steht der Embryo vorn anfangs mit seinen beiden Seitenflächen noch senkrecht zur Keimhautoberfläche, alsbald legt er sich aber mit seinem Vorderende auf die linke Seite um. Fig. 155, 156, 158, 160, 161—164. In dieser Seitenlage des Embryos wird die Zunahme der Umbiegung des Vorderhirns in der Kopfbeuge deutlich. Fig. 158, 161a, 163, 164.



Textfig. 59 a und b ($^1/_4$ kl.)
Aus der Querschnittserie durch den Embryo der Fig. 164 auf Taf. VII. Querschnitte durch das vordere, in der Amnioshöhle abgeschnürt liegende Körperende.

Die Querschnittserien lassen erkennen, dass das abgeschnürte, vordere Körperende eine im transversalen Durchmesser leicht abgeplattete Form besitzt. Die hier folgenden Textfig. 59a und b sind Querschnitte durch den vorderen Teil des Embryos der Fig. 164 (mit 9 Ursegmenten). Textfig. 59a ist dicht hinter das hinterste Ende des Vorderhirns mit seinem Neuroporus gefallen. Vgl. Textfig. 57c auf Seite 211. In der Mittellinie liegt unten eine niedrige Leiste, die alsbald (Textfig. 59b) einer flachen Furche Platz macht. An dieser Stelle stossen Ektoderm und das Entodermepithel des schon längeren Kopfdarmes unmittelbar aneinander, hier findet etwas später der Durchbruch des Mundes statt. In Textfig. 59a sind Ektoderm und Darmepithel schon ohne erkennbare Grenze ineinander übergegangen.

Die beiden Textfig. 59a und b sind mithin durch die tiefe Bucht gegangen, welche sich im Flächenbilde der Fig. 164 zwischen dem Vorderhirn und der Herzanlage befindet, und hinter welcher sich jetzt die Kopffalte des Amnios erhebt. In den Querschnitten, welche durch den Ursprung der Kopffalte und etwas dahinter gefallen sind, erhält man daher drei grössere Lumina übereinander, nämlich die Querschnitte des Medullarrohres, des Kopfdarmes und der Amniosbucht.

Die Abschnürung des Hinterendes leitet sich dadurch ein, dass die Spaltung des Mesoblastes unter dem Zwischenhöcker einsetzt und von hier aus weiter nach vorn vorschreitet. Dadurch wird zuerst die Allantoisanlage isoliert, welche nunmehr frei in den Coelomraum hineinwächst. Die ersten Anfänge der Mesoblastspaltung unter dem Hinterende des Embryo wurde in den Stadien der Fig. 153, 156 und 159—161 mit 6—8 Ursegmenten beobachtet. In den Fig. 155, 158 mit 10—13 Ursegmenten, ferner auch in Fig. 162 mit 7 und Fig. 163 und 164 mit 8—9 Ursegmenten war die Ab-

spaltung schon weiter vorgeschritten. Dagegen wurde sie in der Fig. 150 und 157 mit 6 Ursegmenten noch völlig vermisst.

Nach Spaltung des Mesoblastes erheben sich die Schwanzdarmfalten und schliessen sich nach unten zu einem anfangs noch kurzen Schwanzdarm zusammen, während an der Oberfläche des Embryos die Schwanzfalte des Amnios hervorwächst. Der Zeitpunkt, in welchem die Schwanzdarmbildung einsetzt, ist verschieden. In den Embryonen der Taf. VII von Fig. 149—158 mit 4—10 Ursegmenten fehlten Schwanzdarmfalten noch gänzlich. In Fig. 158 mit 13 Ursegmenten waren sie eben angedeutet, gut entfaltet dagegen schon in den Fig. 159, 161—163 mit 6—8 Ursegmenten. Vgl. Textfig. 49 c—e. Einmal war sogar in dem späteren Stadium der Fig. 167 (15 Ursegmente) noch keine Schwanzdarmfalte zu erkennen, während die ähnlichen Stadien der Fig. 164—166 (9—15 Ursegmente) schon ein Schwanzdarmlumen aufwiesen. Vgl. Textfig. 50d.

Wenn in den nächsten Stadien der Amniosnabel deutlich wird (Fig. 165—168), ist die Abschnürung des Hinterendes so weit erfolgt, dass sich der Embryo auch hier seitlich umlegen kann. Wir treffen daher an den Eiern von jetzt ab den ganzen Embryo auf der linken Seite liegend an. Hand in Hand damit geht eine Umbiegung des Hinterendes, sodass dieses schliesslich hakenartig aussieht. Fig 169. Die äusserste Spitze, welche am hinteren Ende des Embryos zunächst noch gerade vorragt (Fig. 165—169), ist der Allantoiszapfen. Der Wulst, welcher sich von ihm auf der Dorsalseite durch das Amnios hindurch absetzt, entspricht dem Kaudalhöcker.

Am vorderen Körperende des nunmehr ganz auf der linken Seite liegenden Embryos (Fig. 165 bis 169) prägt sich die Kopfbeuge noch mehr aus, sodass das Mittelhirn als Scheitelhöcker vorragt. In Fig. 168 und 169 beginnen die Augenblasen an den Seitenflächen des Vorderhirns als flache Erhebungen sichtbar zu werden. In den Stadien etwa der Fig. 166—168 tritt die Anlage des Ohrbläschens als Epithelverdickung auf, in welcher dann alsbald (Fig. 169) eine noch sehr flache, im Oberflächenbilde kaum sichtbare Einsenkung beginnt. Erst in den auf Fig. 169 unmittelbar folgenden Stadien wird die offene Ohrbläschenanlage auch im Oberflächenbilde sehr deutlich.

Auf den Stadien der Fig. 168 bricht der Kopfdarm an der oben genannten Stelle (Textfig. 59a) durch. Dahinter erhebt sich die Herzanlage und verursacht eine immer deutlicher hervortretende Wölbung, welche die Mundbucht von hinten her einengt und vertieft. Vgl. Fig. 165—169. Bei Schluss des Amniosnabels ist das Herz schon als S-förmig gebogener Schlauch vorhanden. Vom Kopfdarm aus haben sich in den Stadien der Fig. 169 die beiden ersten Kiementaschenpaare angelegt. Die Zahl der Ursegmente ist bei Schluss des Amnios (Fig. 169) schon eine beträchtliche und hat das zweite Dutzend meist überschritten (ca. 26).

Die Länge der in gerader Linie von vorn nach hinten gemessenen jüngeren Embryonen der Taf. VII beträgt 2—2,5 mm, die der älteren Embryonen 2.5 bis gegen 3 mm. Der (längste) Durchmesser des oft etwas länglichen Mesoblasthofes kann 7 mm erreichen. Der Keimhof hat in den Endstadien der Taf. VII gewöhnlich das ganze Ei überwachsen, sodass nur noch an der Unterseite ein ganz schmaler Dotterstreifen davon frei bleibt. Die Überwachsung vollzieht sich in den voraufgehenden Stadien der Taf. VII derart, dass gewöhnlich der eine Eipol früher und etwas mehr überwachsen wird als der andere. Die Ausdehnung des Keimhofes steht nicht immer in geradem Verhältnis zu der Embryonalentwickelung.

XV. Spezielle Untersuchung der Embryonen auf Taf. IV—VI.

Wenn auch die innere Zusammensetzung dieser Embryonen in den früheren Kapiteln im Anschluss an die Schilderung der Entwickelung der Primitivorgane schon eingehend berücksichtigt worden ist, bin ich doch zu der Überzeugung gekommen, dass eine spezielle Beschreibung der Serienbefunde in einem besonderen Kapitel nicht umgangen werden kann, welches in systematischer Übersicht und in möglichst knapper Form vorführt, was an und in jedem Embryo zu finden ist. Freilich wirkt die Lektüre dieser trockenen Beschreibung ermüdend; dieses Kapitel soll auch nur gewissermassen zum Nachschlagen dienen, um sich über den inneren Bau eines jeden Embryos schnell bis in alle Einzelheiten zu informieren. Zur Illustrierung der Beschreibung habe ich stets auf die in den früheren Kapiteln gebrachten Textfiguren, soweit sie den einzelnen Embryonen der Tafeln entnommen sind, verwiesen.

Die Embryonen der Fig. 69—79 auf Taf. III und IV konnte ich von dieser Beschreibung ausschliessen, da diese Embryonalanlagen noch sehr einfach gebaut sind und in den Kapiteln über die Gastrulation ausführlich genug berücksichtigt wurden.

Auch die Serienbefunde an den Embryonen der Taf. VII bringe ich noch nicht im Zusammenhange und zwar aus zwei Gründen. Erstens würde eine einfache Beschreibung der komplizierten Schnitte durch diese weiter entwickelten Embryonen ohne Abbildungen schwer verständlich und daher zwecklos sein; zweitens beginnt in diesen Embryonen die Organentwickelung, zunächst des Herzens. Sie sollen daher in dem zweiten Teil dieser Monographie abgehandelt werden, welcher die Organentwickelung bringen wird.

Eine Bemerkung muss ich noch über das Vorkommen der Mitosen in den Embryonen vorausschicken. Prächtig fixierte Mitosen kamen in allen Geweben reichlich zur Beobachtung, um so reichlicher, je intensiver der Wachstumsprozess in den einzelnen Geweben ist. Besonders zahlreich waren die Kernteilungsfiguren in den hohen Epithelien, vor allem in dem Schild- und Medullarepithel, fanden sich hier aber nur in der der freien Oberfläche zugewandten Schicht. Nur die degenerierten Eiern entnommenen Embryonen der Fig. 140—142 auf Taf. VI, in welchen Mitosen fast ganz vermisst wurden, machten eine Ausnahme (siehe diese). Bei der Beschreibung der Serienbefunde erwähne und berücksichtige ich daher die Mitosen nur an solchen Stellen des Embryonalkörpers, an welchen ihr Vorkommen und die Lage der Teilungsspindel für die Beurteilung der Wachstumsverhältnisse und besonders der Wachstumsrichtung der Zelllagen von Bedeutung ist.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass ich von den Stadien der Fig. 120—169 auf den Taf. V, VI und VII eine sehr grosse Anzahl von Embryonen gesammelt habe, von denen ein Teil zu Flächenpräparaten

verarbeitet, der andere in Serien zerlegt wurde; die Figuren der genannten Tafeln bringen nur eine Auswahl.

Die Schnittdicke in den Serien betrug 15 μ.

Tafel IV.

Figur 98. (Vergr. 15.)

Ei olivenförmig. Keimhof kreisrund, $10^1/_2$ mm im Durchmesser, in der Mitte des Eies gelegen.

Die Embryonalanlage misst vom vorderen Ende der Mesoblasthörner bis zur hintersten Spitze der Seitenwülste der Metastomrinne fast $1^3/_4$ mm.*) Sie hebt sich als kleiner, weisslicher, schon mit blossem Auge sehr gut sichtbarer Fleck deutlich von ihrer Umgebung ab und liegt ziemlich in der Mitte des Keimhofes. Ihre Längsachse steht senkrecht zur Längsachse des Eies.

Der Embryo wird von einem annähernd kreisrunden Mesoblasthof von gegen 3 mm Durchmesser umgeben, in welchem er exzentrisch nach vorn verschoben liegt. Vgl. die ähnliche Textfig. 52 auf Seite 186.

Der Umriss der Embryonalanlage ist nur wenig länglich, fast kreisrund. Das zwischen den vorderen Mesoblasthörnern gelegene mesoblastfreie Feld zeigt vorn eine deutliche, halbmondförmige Abgrenzung und erhebt sich in seinem mittleren Teile zu einem flachen Hügel. Die medialen Ränder der vorderen Mesoblasthörner treten im Oberflächenbilde gut sichtbar hervor.

Die Vorderlippe des Blastoporus ist klein, abgerundet, springt aber nach hinten hin mit scharfem Rande vor. Hinter ihr liegt als dunkler, schmaler Spalt, die noch offene, äussere Blastoporus-Mündung, welche in den Kupfferschen Kanal hineinführt.

Der Blastoporusspalt wird nach hinten begrenzt von einer leichten Erhebung des interlabialen Gewebes, der ersten Andeutung eines Metastompfropfes.

Die Metastomrinne ist breit und ziemlich lang. Die sie begrenzenden Seitenwülste runden sich hinten ab.

Der Keim ist flach, eine Rückenfurche nicht vorhanden.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten.

Der Medianschnitt (vgl. Fig. 26 auf Seite 120) geht durch den Kupfferschen Kanal, der nur in diesem einen Schnitt noch frei durchgängig ist. Der Kanal ist kurz und eng und führt von der äusseren Blastoporusöffnung schräg von hinten und oben nach unten und vorn. Seine obere Öffnung ist etwas trichterförmig gestaltet. Die frei vorspringende Vorderlippe des Blastoporus ist abgerundet und zeigt eine sehr deutliche, von oben nach unten leicht umbiegende Epithelstreifung.

Die Hinterlippe ist verstrichen. Hier findet sich als Rest der Urmundplatte und der Unterwand des Kupfferschen Kanals eine Lage von Ektoblastem, welche sich nach vorn und besonders nach hinten hin verjüngt. Ihr vorderer Teil bildet die Unterwand des kurzen Kupfferschen Kanals. Ihr hinterer, aus mehr locker angeordneten Zellen bestehender Abschnitt geht kontinuierlich in das Ektoderm und den Mesoblast über; beide sind sehr dünn. Das Ektoderm setzt sich im Bereich des ausserembryonalen Mesoblastfeldes als sehr abgeplattete, dünne, einschichtige Zelllage nach hinten hin fort, um in das gleichgestaltete Ektoderm der Zona pellucida überzugehen. Die Mesobastzellen liegen ihm innerhalb des Mesoblastfeldes in dünner, etwas unregelmässiger Lage oft dicht an. Das einschichtige Entoderm ist an die äusserste Spitze der Unterwand des Kupfferschen Kanals angelötet (Textfig. 26), verläuft dann aber vom Ektoblastem getrennt nach hinten unter den Mesoblasthof. Anfangs ist es dünn, gegen den hinteren Rand des Mesoblasthofes wird es aber etwas höher und setzt sich hier aus mehr kubischen Zellen zusammen.

Der vor dem Kupfferschen Kanal gelegene Embryonalteil besteht in diesem Schnitt aus zwei Zelllagen, einer oberen und einer unteren; die obere ist ein wenig dicker als die untere. Die obere Schicht repräsentiert den Schild,

*) Siehe die Anmerkung auf Seite 216.

setzt sich aus hohem, wohl geschichtetem Zylinderepithel zusammen und zeigt eine sehr deutliche Epithelstreifung mit mehreren Mitosen in der Nähe der freien Oberfläche. Sie ist hinten und in der Mitte am dicksten und verjüngt sich nach vorn allmählich, um schliesslich in das sehr dünne, einschichtige Ektoderm der vor dem Embryo gelegenen Region auszulaufen.

Die untere Zellenlage stellt die zukünftige Chorda dar. Auch sie zeigt, besonders hinten und in der Mitte, weniger vorn, eine Epithelstreifung, welche aber nicht so deutlich ist, als im Schild. Hinten am dicksten, verdünnt sie sich in der Mitte etwas, um vorn in einiger Entfernung von ihrem vordersten Ende noch eine leichte Verstärkung zu erfahren. Von hier ab verjüngt sich die Zelllage ebenso wie oben der Schild. Diese vorderen, sich verjüngenden Teile der beiden Zelllagen verursachen das halbmondförmige, zwischen den Mesoblasthörnern gelegene, hellere Feld des Flächenbildes. Das nach vorn an die untere Zelllage sich anschliessende, einschichtige Entoderm ist eine kurze Strecke dünn, um sich dann aus mehr kubischen, etwas unregelmässigen Zellen zusammen zusetzen. Mesoblast fehlt hier vorn noch vollständig.

In den beiden dem Medianschnitt benachbarten Sagittalschnitten ist der Kupffersche Kanal schon nicht mehr ganz frei durchgängig. Vielmehr hat sich das Ektoblastem der Vorderlippenunterwand schon ein wenig angelegt, sodass nur noch die obere, trichterförmige Öffnung des Blastoporus klafft. In dem einen (rechts von der Medianlinie gelegenen) Schnitte hatte sich sogar auch schon das Entoderm an die Unterfläche der Vorderlippe angeheftet.

In dem darauf folgenden Sagittalschnitt (dem zweiten von der Medianebene aus gerechnet) ist dann das Ektoblastem breit mit der Unterfläche der Vorderlippe verbunden, sodass beide Zellenmassen direkt ineinander übergehen, und an dieser Stelle eine ganz leichte Verdickung eintritt. Hier setzt sich auch das Entoderm an, welches aber nach hinten vom Ektoblastem getrennt bleibt. Die äussere, nunmehr breit trichterförmig klaffende Öffnung des Blastoporus bleibt noch erhalten, sodass die abgerundete Vorderlippe noch frei vorragt. Das blinde, untere Ende der Trichteröffnung erreicht etwa die Mitte des Dickendurchmessers des Embryos an dieser Stelle.

Im 3. Sagittalschnitt wird der Blastoporustrichter flacher, die Gegend darunter und davor etwas dicker.

Im 4. Sagittalschnitt ist der Blastoporus zu einer etwa rechtwinkligen Einkerbung geworden. Im Grunde dieser Kerbe greift die Epithelstreifung der noch abgerundet vorragenden Vorderlippe ein wenig nach hinten hin über; wir befinden uns in der unmittelbaren Nähe der vorwachsenden Seitenlippe. Auch an der Unterfläche der Chorda ist hinten eine Veränderung festzustellen. Während bis jetzt die ganze Unterfläche der Chorda frei vorlag und des Entoderms entbehrte, löst sich jetzt von ihrer Unterfläche hinten eine kurze Strecke ein dünnes, einschichtiges Entoderm im Schnitte ab, welches nach hinten direkt in das freie Entoderm unter dem Ektoblastem übergeht; an der Übergangsstelle ist das Entoderm nach oben hin fest angeheftet. Die Chorda befindet sich jetzt kurz vor der Vorderlippe also zwischen dem Ektoderm und Entoderm und fliesst nach hinten direkt mit den Zellenmassen der Vorderlippe und des Ektoblastems zusammen. In diesen Sagittalschnitten lassen die Zellen der Chorda hier und noch ein wenig weiter nach vorn insofern eine besondere Anordnung erkennen, als sich ihre Kerne zu einem grossen Teile an der oberen gegen das Ektoderm gewandten Fläche in einer etwas unregelmässigen Schicht anlagern. Hier sah ich in der dicken Chorda auch mehrmals tief gelegene Mitosen mit senkrecht zu der Oberfläche der Chorda gestellter Teilungsspindel. Sonst beobachtet man an dem Zylinderepithel der Chordaanlage gewöhnlich nur in der Nähe der andern gegen den Dotter gewandten Fläche Mitosen und zwar meist mit parallel der Oberfläche gerichteter Teilungsspindel. Das war z. B. in den mehr medianwärts gelegenen Schnitten der Fall.

Diese geschilderten Veränderungen nehmen nun in den nächsten (5.—7.) Sagittalschnitten zu. Das Entoderm erscheint nach vorn mehr und mehr von der unteren Zelllage abgelöst. Die Blastoporuskerbe wird flacher, während die Epithelstreifung in ihrem Grunde immer deutlicher wird und nach hinten hin etwas vorschreitet. Der Chordalängsschnitt ist mittlerweile in den Mesoblastlängsschnitt übergegangen, eine Abgrenzung beider wird in den Sagittalschnitten nicht möglich.

In dem 8. (10.) Sagittalschnitt ist sodann das Entoderm in der ganzen Länge des Embryos isoliert. Während es hinten kurz vor der Blastoporusgegend noch dünn ist, wird es nach vorn dicker und zu einem hohen Zylinder-

epithel. Zwischen Schildektoderm und Entoderm liegt nun als dicke Lage der Mesoblast, welcher vorn mit stumpfer Spitze frei endigt, hinten aber an einer kleinen Stelle direkt mit dem sich gewulstet in die Tiefe umbiegenden Ektoderm der Seitenlippen zusammenhängt. Die Blastoporuskerbe ist schon recht flach geworden, es wurde der Übergang der Vorderlippe in die Seitenlippe getroffen. Dieser Teil wölbt sich als flacher Höcker nach unten hin vor, dessen Unterfläche das Entoderm wieder angeheftet erscheint. Das abgerundete, stumpfe Ende des Mesoblaststreifens verursacht eine leichte, auch im Flächenbilde sichtbare Erhebung an der Schildoberfläche und an seiner Unterfläche eine kleine, muldenartige Vertiefung. Vor dieser Stelle wird das Entoderm besonders hoch.

Im 14. (13.) Schnitt ist kaum noch eine Andeutung des Blastoporus als äusserst flache Einsenkung an der Oberfläche erkennbar. Die Dicke des Ektoblastems wird hier recht beträchtlich und entspricht dem sich anlegenden Seitenhöcker. Die Seitenlippen sind der Länge nach getroffen. Das Entoderm liegt dem Ektoblastem dicht an, ist aber unterscheidbar. Unter dem besonders nach vorn breiten Mesoblaststreifen ist das Entoderm etwas ungleich dick. Das vordere Ende des Mesoblaststreifens schärft sich zu und endigt frei; hinten hängt der Streifen breit mit dem Ektoblastem zusammen.

In den nächsten Schnitten ist die Oberfläche des Embryos über dem dotterwärts etwas vorspringenden Seitenhöcker völlig glatt und geradlinig; an der Unterfläche der Seitenhöcker isoliert sich jetzt deutlich das Entoderm.

Vom 18. Sch. ab sondert sich in dem hinteren Teil des Ektoblastems ein unterer, lockerer Mesoblaststreifen von einem oberen, dicken Ektodermteil, welch' letzterer nach hinten ziemlich schnell in das ganz dünne Ektoderm des Mesoblasthofes übergeht. Diese Sonderung schreitet in den nächsten Schnitten weiter nach vorn hin vor.

Im 21. (19.) Sch. ist das hintere Ektoderm mit dem vorderen Schildektoderm zusammengeflossen, sodass das Ektoblastem der früheren Schnitte jetzt in ganzer Ausdehnung in Ektoderm und Mesoblast zerlegt erscheint. Hier beginnt also die laterale Zone, in welcher der Mesoblast schon völlig isoliert ist.

Von jetzt ab (22. Sch.) sind in den Schnitten stets die drei übereinander gelegenen Keimblätter deutlich von einander getrennt. Das Ektoderm zeigt dort, wo vorher das Ektoblastem gefunden wurde, eine Verdickung. Das mittlere Keimblatt ist dünner geworden, besitzt noch die abgerundete, frei vorragende Spitze, verschmälert sich dann unter dem Schild etwas und zeigt unter der hinteren Ektodermverdickung noch eine leichte Anschwellung, die nach hinten direkt überführt in den extraembryonalen Mesoblast des späteren Gefässhofes. Ausserdem liegt vorn in einiger Entfernung von der Mesoblastspitze noch ein isolierter, kurzer, dünner Mesoblaststreifen, der Durchschnitt durch die medianwärts vorwachsende Spitze des Mesoblasthornes des Flächenbildes. Diese Mesoblasthörner reichen in der Serie also medianwärts mehr vor, als es im Flächenbilde zu erkennen möglich ist.

Zwei Schnitte weiter (24. Sch.) fliesst der isolierte Mesoblasthorndurchschnitt nach hinten mit dem dahinter gelegenen lateralen Mesoblast zusammen.

In dem Rest der Schnitte bleiben die drei Schichten von einander getrennt, Ektoderm und Mesoblast werden dünner und dünner, um schliesslich in das einschichtige, dünne Ektoderm und den Mesoblast des extraembryonalen Mesoblasthofes überzugehen. —

Das einschichtige Entoderm war im hinteren Bereiche des Mesoblasthofes glatt und gegen dessen hinteren Rand nur wenig verdickt. Vorn dagegen und seitlich zeigte es unter dem vorwachsenden Mesoblastrande zahlreiche kleinere und grössere Sprossen und beutelartige Anhänge, welche mit dotterhaltigen, ein- bis mehrkernigen, grossen Rundzellen gefüllt waren, von dem Aussehen, wie es in Kapitel IX geschildert worden ist; vgl. Fig. 194 auf Taf. X. Diese Anhänge fanden sich auch vorn und medianwärts in geringer Entfernung von dem Rande der Mesoblasthörner, gewissermassen als Pioniere der Mesoblastbildung. Jeder Schnitt zeigte auf das Schönste den Übertritt der Dotterentoblastzellen aus den Beuteln in den Mesoblast, resp. den Raum zwischen dem Entoderm und Ektoderm, dort, wo kurz darauf der Mesoblast gefunden wird. Die äussere Zelllage hat sich nicht selten als Entoderm sehr deutlich von dem zelligen Inhalt dieser Zellenbeutel differenziert, sodaß ein drüsenartiges Gebilde entsteht.

Die dotterhaltigen, grossen Rundzellen, welche sich auch aus dem Verbande des glatten, einschichtigen Entoderms ablösen, finden sich nur vorn und seitlich am Wachstumsrande des Mesoblastes oder nach aussen davon in dessen Nähe.

Hämangioblasten waren auch im hinteren Mesoblastfelde mit Deutlichkeit noch nicht zu erkennen.

Figur 99. (Vergr. 15.)

Der Keimhof ist ziemlich kreisrund, 10 mm im Durchmesser, in der Mitte des olivenförmigen Eies gelegen.

Der Embryo befindet sich in der Mitte des Keimhofes und ist etwas schräg zur Längsachse des Eies gestellt.

Länge der Embryonalanlage vom hinteren Ende der Seitenwülste der Metastomrinne bis zum vorderen Ende der Mesoblasthörner $1\frac{3}{4}$ mm. Durchmesser des annähernd kreisrunden extraembryonalen Mesoblastfeldes 3 mm.

Die Vorderlippe des Blastoporus tritt im Oberflächenbilde deutlich hervor, ist aber merklich schmäler als in Fig. 98. Die Gegend vor ihr erhebt sich ein wenig wulstartig, sodass bei seitlicher Beleuchtung ein helles Licht auf sie fällt. Seitlich davon zwei flache, als leichte Schatten in die Erscheinung tretende Furchen, welche vorn in einer flachen Vertiefung, der ersten Andeutung einer Rückenfurche, zusammenfliessen, nach hinten aber gegen den Blastoporus auslaufen. Hinter der Blastoporuslippe ein sehr deutlicher, halbmondförmiger Spalt, die äussere Öffnung des Blastoporus. Dieser Bastoporusspalt wird von hinten eingeengt durch einen Metastompfropf, welcher in der Metastomrinne zwischen ihren sich einander annähernden Seitenwülsten gelegen ist und sich nach hinten hin abflacht. An den Seitenwülsten werden zwei Grenzfurchen sichtbar. Nach hinten hin divergieren die Seitenwülste unter Abrundung ein wenig, sodass die Metastomrinne sich hinten etwas erweitert.

Die vorderen Mesoblasthörner sind weiter nach vorn gewachsen, als in der vorigen Figur und beginnen, sich medianwärts umzubiegen. Zwischen ihnen liegt das mesoblastfreie Proamniosfeld.

An der Unterfläche des Embryos erheben sich am meisten die noch ziemlich flachen, ein wenig länglichen Seitenhöcker. Auch die medialen Ränder der seitlichen Mesoblastflügel springen ein wenig hervor und konvergieren nach hinten, um eine schmale Chordarinne zwischen sich zu fassen. Mesoblastränder und Chordarinne verlieren sich nach hinten hin gegen die als verdickte Stelle markierte Vorderlippengegend. Eine untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals ist im Unterflächenbilde auch bei stärkerer Lupenvergrösserung nicht mehr sichtbar.

Der Embryo wurde der Quere nach geschnitten. Ich gehe in dieser Serie (wie auch in den folgenden Querschnittserien durch die Embroynen mit noch erhaltener Vorderlippe) von dem Querschnitte aus, welcher genau durch den hintersten, freien Rand der Vorderlippe gefallen ist, und zähle von hier aus nach vorn (n. v.) und nach hinten (n. h.).

Dieser Querschnitt gleicht sehr dem Querschnitt der Textfig. 28 b auf Seite 128. Vgl. auch den ähnlichen Querschnitt der Fig. 191 auf Tafel X. Der freie, hintere Rand der schmalen, kleinen Vorderlippe, welche sich nach oben hin nur wenig erhebt, ist eben gestreift, sodass nur noch drei Kerne getroffen sind. Die schmale Vorderlippe geht auf jeder Seite in die Seitenlippen über, welche letzteren unter deutlicher Epithelstreifung direkt nach unten und dann nach aussen umbiegen, um sich in den seitlichen Mesoblast fortzusetzen. Ein direkter Übergang in den Mesoblast findet aber nur rechts statt; links dagegen ist der Mesoblast von dem den Blastoporus begrenzenden Teil der Seitenlippen durch eine schmale, aber deutliche, vertikale Furche abgetrennt. Vgl. etwa Textfig. 27 a auf Seite 121, doch ist in dieser Figur der Mesoblast dicker und auf beiden Seiten nur unvollkommen abgespalten.

Vorderlippe und Seitenlippen begrenzen ein fast vierseitiges, hohes Tor, die äussere Blastoporusöffnung, in welcher ein entsprechend gestalteter, völlig isolierter, mehrschichtiger Zellenpfropf steckt, welcher die Öffnung aber nicht ganz ausfüllt, sondern oben noch eine schmale Querspalte als letzten Rest des Lumens des Kupfferschen Kanals freilässt. Die diesem Lumen zugewandte Oberfläche des Pfropfes ist sehr rauh, vgl. die ähnliche Textfig. 28 b. Dieser Pfropf repräsentiert die seitlich abgespaltene, ehemalige Unterwand des Kupfferschen Kanals. Unter dem Pfropf und unter dem Mesoblast zieht das dünne, einschichtige Entoderm frei hinweg.

Das Ektoderm seitlich von der Vorderlippe ist ein hohes, geschichtetes Zylinderepithel, ähnlich dem Schildepithel vor der Vorderlippe, und flacht sich erst in grösserer Entfernung von der Mittellinie ab, um in das dünne, einschichtige Ektoderm des Mesoblasthofes auszulaufen. Seitlich in dem extraembryonalen Mesoblast in geringer Entfernung vom Embryo fand ich eine grosse, an feinkörnigem Dotter reiche, mit zwei Kernen versehene, entodermatische Rundzelle zwischen den in dünner Lage befindlichen Mesoblastzellen, doch war das Entoderm unter dieser Stelle dünn und glatt; ihre Auswanderung aus dem Entoderm war früher erfolgt.

Der nächste Schnitt nach vorn hat dann die Vorderlippe voll getroffen, sodass ihre Kerne an der Umbiegungsstelle sichtbar sind. Das Kanaltor und der Zellenpfropf darin sind etwas niedriger geworden.

Im 2. Sch. n. v. beginnt an der noch immer leicht vorgewölbten Vorderlippe die Trennung in Ektoderm und die Chordaanlage. Die letztere ist nunmehr auch an der rechten Seite durch einen schmalen Spalt vom Mesoblast abgesetzt, entsprechend der Stelle links. Dadurch wird die Chordaanlage zu einem relativ dicken, breiten, kernreichen Gebilde, etwa von der Form eines dreieckigen Hutes. Die Lichtung in der Chordawölbung ist noch kleiner geworden und umschliesst einen kleinen, mit vier Kernen versehenen Zellpfropf, dessen Oberfläche noch rauh ist. Vgl. den ähnlichen Querschnitt der Fig. 190 auf Tafel X. Unter ihm zieht das dünne, einschichtige Entoderm hinweg und legt sich seitlich davon der Unterfläche der Chordahälften innig an, um lateral davon unter dem Mesoblast dann wieder frei zu verlaufen.

Im 3. Sch. n. v. ist an der Vorderlippengegend die Trennung zwischen Ektoderm und darunter gelegener Chorda vollendet. Die Chorda flacht sich ab; ihre Wölbung ist nur noch klein und enthält eine einzige Zelle, unter welcher das Entoderm frei von einer Seite zur andern hinzieht.

Im 4. Sch. n. v. ist die vom Ektoderm scharf abgesetzte Chorda nur noch wenig nach oben gebogen, fast schon ganz gerade gestreckt. Das Lumen unter ihr ist verschwunden, ebenso der Zellpfropf. Dieser Schnitt liegt also schon unmittelbar vor dem unteren Ende des Kupfferschen Kanals. Das dünne, im übrigen freie Entoderm ist medianwärts an die Chordaunterfläche angeheftet, genau in der Mittellinie bleibt aber eine ganz minimale Stelle frei von Entoderm, man sieht, dass die deutlich verfolgbaren Enden des Entoderms hier fast zusammenstossen, sich aber nicht berühren. An dieser Stelle liegt eine ganz geringfügige Detritusmasse mit einer einzigen noch deutlich unterscheidbaren Zelle, deren Kern verklumpt ist. Sehr wahrscheinlich stammt diese Zelle von der Unterwand des Kupfferschen Kanals und ist hier aus dessen unterer Öffnung infolge der Pressung ausgestossen und dem Untergang überliefert worden.

Die geschilderten Verhältnisse erklären, dass es im Flächenbilde nicht mehr möglich ist, die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals mit der Lupe zu erkennen.

Die Chorda ist nur noch links von dem Mesoblast abgesetzt, rechts dagegen geht sie kontinuierlich in den schmalen, seitlichen Mesoblast über.

Dieser Schnitt glich sehr der Textfig. 29 a auf Seite 130, nur dass das Entoderm hier schon kontinuierlich unter der Chorda, ihr direkt anliegend, hinwegzieht.

Im nächsten (5. n. v.) Schnitt ist die Chorda fast ganz gerade gestreckt. Ihrer Unterfläche liegt das Entoderm dicht an, sodass es kaum unterschieden werden kann; nur in ihrer Mittellinie fehlt es in einer ein wenig grösserer Ausdehnung, als im vorigen Schnitt.

Im Schnitt darauf (6. n. v.) geht das Entoderm wieder etwas mehr medianwärts, schliesst aber nicht zusammen.

Im 7. Sch. n. v. dagegen bleibt die Mitte ganz frei vom Entoderm, sodass hier eine kleine Chordarinne deutlich wird. Doch ist im folgenden (8.) Schnitt diese Rinne wieder verschwunden, an ihrer Stelle liegt Entoderm. Dieses wechselnde Verhalten zeigt, dass das Entoderm hier im Begriff ist, die Chorda zu unterwachsen, dass diese Unterwachsung aber etwas ungleichmässig erfolgt.

Im 9. Sch. weist das Entoderm unter der Chorda das gleiche Verhalten auf, lässt sich aber gegen die Medianlinie hin kaum von den Chordazellen abgrenzen. In diesem Schnitt ist auch auf der rechten Seite die Chorda von

dem lateralen Mesoblast durch eine schmale Spalte abgetrennt und schiebt sich unter dem medialen Ende des Mesoblastes eine kurze Strecke seitlich vor.

Im Gegensatz dazu bleibt im 10. Sch. die ganze mediane Partie der Chordaunterfläche frei von Entoderm, welches sich erst seitlich an ihre Unterfläche anheftet; die lateralen Enden der Chorda bleiben jedoch von dem Entoderm durch eine schmale Spalte getrennt. Die freie mediane Partie der Chordaunterfläche erscheint daher unter dem Bilde einer flachen Chordarinne. Ebenso im 11. Sch.

Im 12. Sch. ist die Chordarinne ein wenig tiefer. Das lateral davon an die Chorda sich anheftende Entoderm beginnt, ein wenig höher zu werden. Die Chorda selbst ist immer noch relativ breit, hoch und sehr zellenreich. Die Zellenkerne liegen in ihr jetzt gleichmässiger verteilt. In den Schnitten kurz vor dem unteren Ende des Kupfferschen Kanals war noch ein Teil der Kerne in der Nähe der oberen Chordafläche situiert, wohl als letzte Erinnerung an die epitheliale Anordnung der Zellen in der oberen Wandung des Kupfferschen Kanals. Die lateralen Mesoblastwülste sind niedriger als die Chorda. Über der Chorda und den beiden seitlichen Mesoblastwülsten zeigt das Ektoderm an seiner Oberfläche eine leichte Hervorwölbung, die über den Mesoblastwülsten ein wenig stärker ist.

Im 13. Sch. rückt die Anheftungsstelle des Entoderms gegen den Seitenrand der Chorda, an welchem sich ein Zusammenhang mit dem Mesoblast anbahnt. Die flache Chordarinne ist daher etwas breiter als vorher.

Im 14. Sch. u. v. hängen mit den lateralen Enden der Chorda jederseits Mesoblast und Entoderm zusammen, ersterer unter einer leichten, kurzen Verschmälerung, letzteres unter einer ebensolchen Verdickung. Eine scharfe Abgrenzung des Entoderms ist nicht möglich; rechts geschieht die Vereinigung unter einer leichten, entodermatischen Zellwulstung.

In den nächsten 3 (15.—17.) Sch. nimmt die Verschmelzung der Chordaenden mit dem Mesoblast und dem Entoderm lateral von der flachen Chordarinne noch zu, sodass in der Mitte zwischen der Vereinigungsstelle eine gleichförmige Zellenmasse liegt. Chorda und Mesoblast bilden ein gleichförmig indifferentes Gewebe, die Chorda wird nur dadurch kenntlich, dass ihre Unterfläche in der flachen Chordarinne nach unten frei liegt, während der Mesoblast vom Entoderm unterzogen wird.

Die leichte Hervorwölbung über der Chordagegend, welche früher bestand, ist jetzt verschwunden und statt dessen eine leichte Einsenkung entstanden.

Im 18.—23. Sch. ist die Chorda ein wenig dünner geworden und spaltet sich gewissermassen an beiden Seiten in den Mesoblast und in das etwas dünnere Entoderm, beide erscheinen als direkte Fortsetzung der intermediären Zellenmasse; in der letzteren besonders zahlreiche Mitosen. Die Chordarinne ist fast verstrichen.

Im 24.—28. Sch. u. v. bleibt der Zusammenhang noch bestehen, die Chordaanlage hat aber die Gestalt eines hohen Zylinderepithels angenommen, dessen Kerne der oberen Fläche genähert sind; ihre untere Fläche zeigt noch in ihrer Gesamtheit eine ganz flache Rinne. Das an die Chorda unmittelbar anstossende Entoderm ist etwas höher geworden und beginnt deutlich den Charakter eines Zylinderepithels anzunehmen.

Im 29. Sch. hat sich auf der rechten Seite der Mesoblast von der Chordaanlage abgespalten und wird von ihr durch eine sehr deutliche Spalte getrennt; auf der linken Seite ist die Trennung noch nicht erfolgt. Das verdickte Entoderm geht nunmehr direkt in die Chordaanlage über.

Im 30. und 31. Sch. leitet sich die Trennung auch auf der linken Seite ein, verschwindet dann aber im 32. und 33. Sch. wieder, um erst im 34. Sch. definitiv und sehr deutlich zu werden.

Von jetzt ab nach vorn hin bleiben die beiden Mesoblastflügel von der Chorda getrennt. Sie hören gegen die letztere hin unter Zuschärfung auf, verbreitern sich dann leicht bauchig, um sich sehr bald zu verschmälern und in den dünnen extraembryonalen Mesoblast überzutreten. Der bauchigen Verdickung entsprechen die im Ober- und Unterflächenbilde hervortretenden medialen Ränder der Mesoblasthörner. Die Chordaanlage selbst wird breiter, besteht aus einem hohen, auch jetzt noch an Mitosen reichen Zylinderepithel und geht lateralwärts in das Entoderm über, dessen Zylinderepithelverdickung sich ein wenig mehr lateralwärts erstreckt hat.

In Sch. 40 ist die Chordaanlage breit und hoch. In diesem Schnitt, wie auch schon in den beiden vorigen, treten in dem verdickten Mesoblastteil 1 bis 3 kleine, interzelluläre Vakuolen auf, als erste Andeutung der Coelombildung.

In Sch. 41 erscheint in der Mitte des sich noch mehr verbreiternden Chordaepithels eine leichte, aber sehr deutliche Verdickung, welche nach unten hin vorspringt; gegen das Ektoderm hin bleibt die Chordaanlage glatt. Das aus Zylinderepithel bestehende Entoderm wird durch anhängende Zellbeutel etwas unregelmässig. Die Mesoblastverdickungen werden unansehnlicher, links verschwinden die interzellulären Lücken in ihm. Die mediane Chordaverdickung wird in Sch. 42 noch ansehnlicher, verkleinert sich dann aber in den nächsten Schnitten.

Im 46. Sch. ist die Entfernung zwischen den beiden seitlichen Mesoblasthörnern mittlerweile sehr gewachsen. Das Entoderm dazwischen, welches kaum noch als Chordaanlage bezeichnet werden kann, ist in der Mitte noch etwas verdickt, verdünnt sich lateralwärts allmählich und geht in das Entoderm über, welches sich unter den verkleinerten Mesoblastwülsten befindet und unter ihm noch eine Strecke weit aus niedrigen Zylinderzellen besteht. Die Unterfläche dieses intermesoblastischen Entoderms ist durch kurze Zellsprossen etwas unregelmässig. Ähnlich wie bei dem Entoderm wird auch die Mitte des intermesoblastischen Ektoderms ein wenig dicker.

Dieser Befund bleibt nun zunächst der gleiche, nur dass die Mesoblastwülste noch weiter lateralwärts rücken, und dass alle Lagen sich merklich verdünnen, je mehr wir uns dem vorderen Ende des Keimes nähern. Die mediane Entodermverdickung bleibt dabei noch sichtbar, verbreitert sich aber mehr.

Noch weiter nach vorn nähern sich die Mesoblastwülste wieder etwas der Mittellinie, entsprechend den vorwachsenden Spitzen der Mesoblasthörner im Flächenbild. Auf beiden Seiten liessen sich in ihrem medialen Abschnitt noch 1—2 interzelluläre Vakuolen nachweisen. Das intermesoblastische Ektoderm und Entoderm sind dünn und bestehen aus einschichtigem, kubischem Epithel. Mehrfache Zellbeutel im Zusammenhang mit dem unter dem medialen Teil des Mesoblastes gelegenen Entoderm.

Schliesslich hören die undeutlicher werdenden Mesoblastspitzen ganz auf. Das Ektoderm ist jetzt sehr dünn, das Entoderm nur wenig dicker. —

Wir müssen nun den hinter dem Blastoporus gelegenen Teil des Embryos in Betracht ziehen.

Der erste hinter dem freien Rande der Vorderlippe gelegene Schnitt gleicht ziemlich der Textfig. 29b. Die abgerundeten Seitenlippen springen medianwärts isoliert und scharf vor. Die rechte geht nach unten und lateralwärts direkt in den lateralen Mesoblast über. Auch die linke schlägt die gleiche Richtung ein. Bei näherem Hinsehen erkennt man aber, dass sie nicht direkt in den Mesoblast übertritt, vielmehr durch eine deutliche, schmale Spalte lateralwärts dicht neben der Umbiegung davon getrennt wird. Diese Trennung steht wohl im Zusammenhang mit der Abspaltung der Chordawölbung am Urmund auf der linken Seite, siehe oben. Die Epithelstreifung erstreckt sich an den Seitenlippen bis ziemlich nach unten; am Rande Mitosen. Zwischen den Seitenlippen liegt völlig isoliert ein kernreicher Zellenpfropf von der Gestalt einer kurzen Säule. Sein unterer und seine beiden Seitenränder sind scharf begrenzt, der obere Rand dagegen ist sehr unregelmässig, wie in Zerfall begriffen, mit etwas Detritus bedeckt. Unter Mesoblast und Pfropf zieht das dünne, einschichtige Entoderm frei hinweg und verbindet sich erst mehr lateralwärts inniger mit der Unterfläche des Mesoblastes. Es verschliesst den Spalt zwischen den Seitenlippen gegen die Subgerminalhöhle hin.

Im 2. Sch. n. h. ist der Pfropf etwas höher geworden, seine mit Detritus bedeckte Oberfläche ragt ein wenig zwischen den Seitenlippen hervor. Ganz in der Nähe seiner Oberfläche 2 Mitosen. Im übrigen ist das Bild das gleiche wie im 1. Sch., auch die Trennung der linken Seitenlippe von dem Mesoblast besteht noch.

Im 3. Sch. n. h. wird die Oberfläche des Metastompfropfes etwas glatter; in seinem unteren Teile eine Mitose. Links ist jetzt die Seitenlippe breit mit dem Mesoblast in Vereinigung getreten.

Im 4. Sch. verbreitert sich der obere Teil des Metastompfropfes etwas und legt sich den Seitenlippen ein wenig auf. Seine Oberfläche ist nur noch wenig rauh, in ihrer Nähe zwei Mitosen. An den Seitenlippen in der

Nähe ihrer Umbiegung Mitosen mit transversal und parallel der Oberfläche gerichteter Spindel. Sonst noch wie Textfig. 29b.

In den beiden folgenden Sch. (5.—6.) verbreitert sich der obere Teil des Metastompfropfes noch mehr und greift mit zugeschärften Rändern etwas weiter auf die Seitenlippen über. Dabei verringert sich links der Spalt zwischen Pfropf und Seitenlippe, ist aber noch deutlich erkennbar. Rechts klafft er noch.

Im 7. Sch. sind die beiden Seitenlippen dicht an den noch mehr verbreiterten, an seiner Oberfläche jetzt leicht ausgerundeten, interlabialen Pfropf herangerückt, sodass die Spalten nur noch sehr schmal sind. Die furchenartige Abgrenzung der übergreifenden Seitenränder des Pfropfes von den Seitenlippen, welche noch eine deutliche Epithelstreifung besitzen, entspricht den im Flächenbilde sichtbaren Grenzfurchen.

Die Sch. 8. und 9. ähneln der Textfig. 29c. Rechts ist die epitheliale Seitenlippe noch vom Propf differenziert und durch einen Spalt abgesetzt. Links dagegen ist sie schon mit dem Pfropf in geweblichen Zusammenhang getreten. Das Entoderm zieht frei darunter hinweg. Das Ektoderm der Seitenlippen verjüngt sich lateralwärts, verdickt sich dagegen medialwärts und geht direkt in eine mehr indifferent erscheinende, dem unteren Randteil der Lippen entsprechende Zellenmasse über, deren Elemente eine ausgesprochene Richtung nach unten und lateralwärts gegen den Mesoblast hin aufweisen. Die Oberfläche des Lippenrandes zeigt noch eine deutliche Epithelstreifung, die aber nur der Oberfläche angehört und in der Tiefe nicht von dem indifferenden Zellenmaterial abgesetzt ist.

Im folgenden Sch. (10.) ist denn auch rechts der gewebliche Zusammenhang mit dem interlabialen Gewebe eingetreten.

In den nächsten Schnitten verdünnt sich nun das interlabiale Gewebe bikonkav mehr und mehr, während die Seitenwülste sich mit ihrer oberen und unteren Fläche umsomehr hervorwölben, an der Unterfläche die Seitenhöcker bildend.

Textfig. 29d auf Seite 130 gleicht dem 13. Sch. n. h. der Serie. Die Epithelwülste der Seitenlippen sind nicht mehr abgesetzt, vielmehr verliert sich die Epithelstreifung des seitlichen, dicken Ektoderms ohne sichtbare Grenze in dem interlabialen Gewebe von ausgesprochenem Ektoblastemcharakter. Die vorher sichtbaren Grenzfurchen sind verschwunden.

Ähnlich sind die Bilder bis zum 21. Sch., nur dass die Dicke der Schichten abnimmt, und auch die Lateralhöcker sich abflachen. Vom 22. Sch. ab weichen die Ektoblastemwülste weiter auseinander. Das Zellgefüge des Ektoblastems im unteren Teil des interlabialen Gewebes und der Seitenwülste wird lockerer. Die Seitenwülste werden immer dünner, ebenso ihr Ektoderm. Schliesslich bleibt von den Seitenwülsten im 37. Sch. n. h. nur noch eine ganz dünne, am medialen Ende sich mit dem Mesoblast in Verbindung setzende Ektodermverdickung übrig, welche im nächsten Schnitt sich dann auch vom Mesoblast trennt; zuvor hatte sich an dem interlabialen Ektoblastem auch schon ein dünnes Ektoderm abgespalten. Von hier aus nach hinten befinden sich mithin nur noch die drei einfachen Keimblätter.

Von dem extraembryonalen Mesoblastfelde wurde nur die dem Embryo benachbarte Partie mitgeschnitten, nicht sein seitlicher und hinterer Rand. Von der Gegend seitlich neben der Urmundgegend an bis ganz nach vorn wurde überall die Abschnürung von runden, bisweilen mit 2—3 Kernen versehenen Zellen aus dem Entoderm beobachtet, kaum ein Schnitt war frei davon. Die Rundzellen lagerten sich vom Entoderm aus dem Mesoblast an, lagen zum Teil, noch unterscheidbar, auch schon zwischen den Mesoblastzellen. Vorn beteiligten sich auch die Entoblastsprossen an der Vermehrung der Mesoblastzellen.

Figur 100. (Vergr. 22.)

Ei gedrungen oval mit kreisrundem Keimhof von 12 mm Durchmesser auf seiner Mitte. Embryo darin etwas exzentrisch, mit ihrer Längsachse schräg zum Längsdurchmesser des Eies gestellt.

Embryonalanlage etwas kleiner als in Fig. 99, 1¼ mm lang.

Embryo sehr flach, in seiner Begrenzung etwas unbestimmt. Rückenfurche flach und schmal. Mesoblasthörner mehr medianwärts umgebogen, als in der vorigen Figur, zwischen ihnen ein weissliches, etwas erhabenes mesoblastfreies Feld. Vorderlippe sehr klein, schmal, wenig vorragend. Dahinter eine sehr schmale, äussere Blastoporusöffnung. Hinter der letzteren ein sehr deutlicher, wenn auch schmaler Metastompropf, welcher sich nach hinten hin allmählich verliert. Metastomrinne eng.

An der Unterseite keine Spur der unteren Öffnung des Kupfferschen Kanals mehr vorhanden. Die Seitenhöcker deutlich. Die Gegend vor der Vorderlippe im Bereiche des hinteren Teiles der Rückenfurche durchscheinend.

Mesoblasthof länglich, etwas über 3 mm im längsten Durchmesser.

Der Embryo wurde der Quere nach geschnitten. Wir gehen wieder von dem Schnitte aus, welcher genau durch den hinteren Rand der Vorderlippe gefallen ist.

Die Vorderlippe tritt nur sehr wenig an der Oberfläche des Schnittes hervor und wird überragt von den beiden seitlichen, durch den Seitenmesoblast bedingten Erhebungen. Man erkennt aus dem Zusammenhang der beiden Zellenlagen die Umbiegung des Lippenepithels in die nach unten umgeschlagene Chordaanlage. Diese Stelle ist nur noch sehr schmal. Seitlich von dem Zusammenhang ist die Chordaanlage vom Ektoderm getrennt und setzt sich auf der rechten Seite durch einen feinen, deutlichen Spalt vom Mesoblast ab. Links scheint ein Zusammenhang zwischen Mesoblast und Chordaanlage zu bestehen.

Die Form der Chordaanlage ist die gleiche, wie in der vorigen Serie in den Schnitten durch das vordere Ende des Kupfferschen Kanals: sie stellt ein niedriges, fast dreieckiges Gewölbe dar mit kleiner Höhle, in welcher statt der Unterwand des Kupfferschen Kanals nur noch drei zusammenhängende Zellen gefunden werden. Das dünne, einschichtige Entoderm zieht glatt darunter hinweg und setzt sich nur mit der Unterfläche der Chordaanlage seitlich von dem Gewölbe etwas mehr in Verbindung.

Das Schildepithel seitlich von der Vorderlippe ist sehr dick.

Im 1. Sch. n. v. ist das Ektoderm fast ganz von der Chordaanlage getrennt, nur an einer kleinen Stelle besteht noch ein Zusammenhang. Die Chordaanlage ist noch etwas flacher und setzt sich unter einer Zuspitzung, welche sich unter die medialen Mesoblastränder schiebt, von den letzteren scharf ab. Das Gewölbe der Chorda ist sehr klein, es wird nur von einer einzigen Zelle eingenommen und vollständig ausgefüllt. Darunter zieht das Entoderm hinweg und verbindet sich seitlich davon fester mit der Unterfläche der Chorda.

Fast genau der gleiche Befund liegt in dem 2. Sch. n. v. vor; nur ist die Chordaanlage jetzt völlig vom Ektoderm losgelöst. Das Gewölbelumen der Chorda birgt eine deutlich wahrnehmbare Zelle, die über sich noch eine kleine Spalte frei lässt, den letzten minimalen Rest des Lumens des ursprünglichen Kupfferschen Kanals. Da das Entoderm unter dieser Zelle fehlt, kann nicht entschieden werden, ob sie diesem angehört oder vielmehr noch den Rest der Unterwand des Kupfferschen Kanals darstellt.

Auf den medialen Wulst des seitlichen Mesoblastes folgt links eine leichte Einschnürung und lateral davon eine deutliche, wenn auch geringe Verdickung des Mesoblastes, welche sich auch in den nächsten Schnitten noch erhält. An der Oberfläche des Schnittes ragt die Gegend über der Chorda nicht mehr vor, ist vielmehr tiefer eingesunken.

Im 3. und 4. Sch. ist die Chorda dünn geworden und ganz abgeflacht. Mit ihrer Unterfläche setzt sich das Entoderm in Verbindung, lässt sich davon aber nicht scharf abgrenzen; es scheint sich auch über den mittleren Teil der Chorda zu erstrecken. Die Chordawölbung ist völlig verschwunden, Zellen zwischen Entoderm und Chorda sind nicht mehr vorhanden. Diese beiden Schnitte liegen also unmittelbar vor dem vorderen Ende des Kupfferschen Kanals, der in diesem Präparat schon äusserst reduziert ist und nur noch in 2 Schnitten vor der Vorderlippe in sehr verkürzter und eingeengter Form nachgewiesen werden kann.

In dem 5. Sch. ist das dünne, einschichtige Entoderm unter der bandförmig werdenden Chorda in ihrer ganzen Breite deutlich zu unterscheiden, liegt ihrer Unterfläche aber dicht an. In einer der Entodermzellen eine

Mitose, deren Spindelachse parallel der Oberfläche gerichtet ist. In dem Mesoblast, lateral von seinen medialen Wülsten, 1—2 kleine interzelluläre Spalten.

Im 6. und 7. Sch. sind die Entodermverhältnisse unter der Chorda nicht ganz klar, das Entoderm scheint unter der Chorda nicht vollständig vorhanden zu sein.

Im 8. Sch. ist die Mitte der Chordaunterfläche deutlich frei vom Entoderm, welches seitlich davon mit der Unterfläche der Chorda fest verlötet ist und in unmittelbarer Nähe der Chorda eine leichte Verdickung erfährt. Dadurch entsteht unter der Chordamitte eine ganz schmale Chordarinne.

In den beiden folgenden Schnitten (9. und 10.) ist das Entoderm unter der Chorda wieder ununterbrochen, sodass die Chordarinne verschwunden ist.

Im 11. Sch. erscheint die letztere wieder. Links davon wird unter der Chorda das Entoderm unterbrochen; eine Gruppe von drei Zellen liegt isoliert und wird durch eine Lücke von dem Entoderm getrennt, welches sich an die Unterfläche des linken, lateralen Endes der Chorda anheftet.

Ähnliches findet sich auch im 12. Sch. an der linken Hälfte der Chorda vor. Offenbar hängen diese Unregelmässigkeiten mit dem Unterwachsungsprozess der Chorda von seiten des Entoderms zusammen, der sich nicht gleichmässig vollzieht. Die interzellulären Lücken im Mesoblast sind in diesen Schnitten sehr klein, jederseits nur eine, oder fehlen auch dann und wann.

Im 13. Sch. ist das Entoderm unter der rechten und linken Hälfte der Chorda wieder vollständig, während dazwischen genau in der Mitte eine schmale, kleine Chordarinne liegt.

In dem folgenden (14.) Sch. wird die mediane Chordarinne ein wenig grösser und bildet eine deutliche Einkerbung. Das Entoderm daneben ist leicht gewulstet und optisch kaum von der Chordaunterfläche abzugrenzen. Die medialen Enden der lateralen Mesoblastwülste, welche bis jetzt unter Zuspitzung sehr deutlich von der Chorda getrennt waren, legen sich jetzt den lateralen Chordaenden dicht an, sodass sie von letzteren nicht abgegrenzt werden können.

In dem 15. Sch. ist rechts die Abgrenzung des Mesoblastes wieder möglich, verschwindet aber wieder im 16. Sch.

Vom 15. Sch. ab wird die Chordarinne nach vorn nun immer breiter und tiefer, während das Entoderm unter der Chorda mehr und mehr gegen ihre lateralen Enden hinrückt. Dabei erscheint die Abgrenzung des Entoderms im 16. und 17. Sch. deutlicher als vorher; eine feine Spalte trennt es von der Unterfläche der Chorda, aber nicht vollständig, sodass das äusserste, mediale Ende doch fest mit der Chordaunterfläche verbunden ist.

Im 17. Sch. tritt dann wieder unvermittelt eine Abspaltung des Mesoblastes von der Chorda ein und zwar auf der rechten Seite ein wenig mehr lateral als gewöhnlich, sodass die Abtrennung schon im Bereich des eigentlichen Mesoblastes zu liegen scheint. Auch im nächsten Sch. (18.) ist diese Abtrennung noch angedeutet, hört aber im 19. Sch. auf.

Von jetzt ab ist die Chorda von dem Mesoblast nicht mehr abzugrenzen und zu unterscheiden. Das Entoderm geht im 19. Sch. links schon direkt in die Chorda über, auf der rechten Seite dagegen legt es sich an die Unterfläche der Chorda an; diese Stelle erscheint als kleiner, feiner, medialwärts aber nicht durchgängiger Spalt.

Im 20. Sch. setzt sich dann auf beiden Seiten das im medialen Teil zu einem Zylinderepithel etwas verdickte Entoderm direkt in die Chorda fort, mit deren oberer Hälfte jederseits der Mesoblast kontinuierlich zusammenhängt; eine breite, schon tiefe Chordarinne ist sehr deutlich, der an sie anstossende Chordateil zeigt aber noch keine zylindrische Anordnung seiner Zellen.

Im folgenden (21.) Sch. bahnt sich die Zusammensetzung des mittleren Chordateils aus zylindrischen Zellen an, wobei das anstossende Zylinderepithel des Entoderms direkt in das Chordaepithel übergeht. Der von der Chorda abgehende Mesoblast wird so dick, wie der dicke, mediane Teil der Chorda selbst. Dieser Status erhält sich bis zum 30. Sch. Die Chorda erscheint fast als ein Teil des Mesoblaststreifens, in dessen mit Epithelstreifung versehenen,

der Chordarinne entsprechenden Teil das Entoderm übertritt. In diesem zentralen Teil kamen hier und da, aber nicht so häufig wie im vorigen Präparat, Mitosen zur Beobachtung, deren Spindel aber nicht parallel der Oberfläche des Keimes, sondern mehr schräg oder vertikal gerichtet war. Je mehr nach vorn, um so breiter und tiefer wird die Chordarinne, um so mehr rückt der Entodermansatz lateralwärts zurück, um so grösser wird der frei nach unten vorragende, jetzt aus hohem Zylinderepithel mit nach oben gelagerten Kernen bestehende Teil der Chorda.

Im 31. Sch. ist dann plötzlich das verdickte mediale Ende des seitlichen Mesoblastes unter leichter Zuschärfung von dem Chordaepithel auf der linken Seite abgespalten, sodass jetzt das lateralwärts in etwas grösserer Ausdehnung als vorher zu einem Zylinderepithel verdickte Entoderm ganz kontinuierlich in das hohe Chordaepithel übergeht. Rechts besteht in diesem Schnitt noch der frühere Zusammenhang.

Im folgenden (32.) Sch. leitet sich auch rechts die Abspaltung des Mesoblastes ein und ist im 33. Sch. vollendet. Die Ektodermoberfläche des Schnittes ist jetzt fast geradlinig. Dieser Schnitt geht durch die Stelle des Flächenbildes, in welchem die medialen Mesoblastränder zu divergieren beginnen.

Bis zum 36. Sch. tritt wenig Veränderung ein. Das Chordaentoderm verbreitert sich noch ein wenig. Das Schildektoderm ist beträchtlich dick. An seiner Oberfläche verursachen die isolierten, seitlichen Mesoblastwülste eine deutliche Erhebung, ebenso, wenn auch nicht so stark, die Chordaverdickung des Entoderms. An der Unterfläche des Schildepithels befinden sich dementsprechende Ausbuchtungen.

Im seitlichen Mesoblast, links auch schon in dem medialen Wulst, treten wieder 2—3 interzelluläre Vakuolen auf, die etwas grösser sind, als die hinten beobachteten.

Im 40. Sch. erscheint auch im rechten Mesoblastwulst eine Vakuole.

Vom 41. Sch. ab verbreitert sich das Chordaentoderm beträchtlich, sodass die Mesoblastwülste auseinanderrücken. Entsprechend der Verdickung und Verbreiterung des Chordaentoderms ist auch das Schildektoderm, welches noch eine ansehnliche Dicke besitzt, ein wenig nach oben vorgewölbt und verursacht die weissliche, flach erhabene Stelle zwischen den Mesoblasthörnern des Flächenbildes. Die interzellulären Vakuolen werden jetzt zahlreicher und grösser und erstrecken sich schon bis in die Nähe der medialen Spitze der Mesoblastwülste, welche letzteren an Dicke alsbald beträchtlich abnehmen. Das Entoderm ist unter dem ganzen Bereiche der Mesoblastwülste, der Querschnitte der Mesoblasthörner, verdickt und geht medialwärts ohne alle Abgrenzung allmählich in das Chordaentoderm über.

Vom 43. Sch. ab tritt eine mediane Verdickung im Chordaepithel mehr hervor, welche immer deutlicher wird, während seitlich davon das Zylinderepithel des Entoderms an Höhe abnimmt.

Im 46. Sch. ist die mediane Chordaverdickung sehr auffällig, während das Schildepithel schon sehr merklich an Dicke abnimmt: besonders über dem dünnen Mesoblast ist das letztere schon recht unansehnlich geworden.

Im 48. Sch. erscheint unter der Chordaverdickung sogar wieder eine leichte Andeutung der Chordarinne, von welcher in den vorhergehenden Schnitten nichts zu sehen war.

Schliesslich bleibt von dieser Chordaverdickung im 51. Sch. nur eine leichte, aber sehr deutliche, knötchenartig nach unten vorspringende Epithelanschwellung übrig. Die dünnen, noch mit einer Vakuole versehenen Mesoblastplatten rücken wieder medialwärts vor, entsprechend der Konvergenz der Mesoblasthörner im Flächenbild.

Im 52. Sch. ist das Epithelknötchen verschwunden, es besteht nur noch eine leichte, breite, mediane Verdickung des Entoderms unter dem schon zu einer dünneren, einschichtigen Lage gewordenen Ektoderm. Im 58. Sch. ist auch diese verschwunden. Ektoderm und Entoderm bilden jetzt je eine einfache, dünne, aus sehr niedrigen, fast kubisch zu nennenden Zylinderzellen gebildete Schicht. In den medialen Enden der seitlichen Mesoblasthörner noch 2—3 Vakuolen, von denen ab sich der ganz dünne Mesoblast noch eine Strecke lateralwärts ausdehnt.

Nach dem 70. Sch. wird dann bald das vordere Grenzgebiet des Mesoblastes jederseits erreicht.

Was nun die Gegend hinter der Vorderlippe anbetrifft, so zeigt der erste Querschnitt dahinter die beiden dicken Seitenlippen, welche sehr nahe aneinander gerückt sind, einander aber keineswegs berühren. Sie werden vielmehr von einander getrennt durch eine hohe, schlanke, stiftartige, oben und unten ein wenig verbreiterte Zellen-

masse, welche völlig isoliert ist und von den Seitenlippen durch einen schmalen, deutlichen Spalt getrennt wird. Unten zieht das dünne Entoderm frei darunter hinweg. Die Oberfläche der Zellenmasse ist etwas rauh. Die Seitenlippen, welche medianwärts etwas einsinken, sind sehr dick und bestehen aus hohem, geschichtetem Zylinderepithel, dessen unten scharf abgesetzter, etwas unregelmässiger Rand medianwärts nach unten hin fast bis an den freien, medianen Lippenrand zu verfolgen ist. Dadurch kommt es, dass die Umbiegungsstelle der Epithelmasse in den seitlichen, sich medianwärts etwas verschmälernden Mesoblastwulst sehr schmal wird. Rechts findet ein kontinuierlicher Übergang statt, links dagegen scheint eine Unterbrechung in der Nähe des medialen Randes zu bestehen.

Im 2. Schn. n. h. ist die isolierte, interlabiale Zellenmasse pfeilerförmig geworden mit verbreitertem Fusse und oben kopfartiger Anschwellung, welche zwischen den Seitenlippen hervorragt und dem Metastompfropf im Flächenbilde entspricht. Die Oberfläche des Kopfes sieht wie zerfasert aus, sodass ein paar Kerne fast frei liegen; sie ist mit einer geringen Menge Detritus bedeckt. Das Entoderm ist unter dem Fusse dieses Pfropfes frei, erscheint dann an der Unterfläche des medialen Lippenrandes angeheftet und zieht von hier aus wieder mehr isoliert unter den Mesoblastwülsten lateralwärts, um sich erst im Bereiche des extraembryonalen Mesoblastes dem letzteren etwas inniger anzulegen. Die Seitenlippenwülste verhalten sich ebenso wie im vorigen Schnitt, links ist die Trennung vom Mesoblast nun deutlich.

Im 3. Sch. ist die Umbiegungsstelle der dicken Epithelmasse in den Mesoblast plötzlich sehr breit geworden und bleibt es von jetzt ab auch; man erkennt in dem Lippenwulst deutlich den nach unten und lateralwärts gebogenen Verlauf der Zellen. Im Seitenwulst sieht man Mitosen mit vertikaler und im Mesoblast solche mit horizontaler Spindelachse. Das Bild des Metastompfropfes gleicht sehr der Textfig. 30 a auf Seite 132, nur ist seine Oberfläche noch rauh.

Im 4.—6. Sch. n. h. glättet sich der Kopf des Pfropfes, verbreitert sich etwas und legt sich der Oberfläche der Seitenlippen auf; dort, wo das geschieht, findet sich eine sehr flache Furche. Nach unten dagegen sind die Ränder der Epithelwülste noch durch einen deutlichen Spalt von dem schlanken Pfropfteil geschieden. Die Übergangsstelle des Ektoderms in den Mesoblastwulst verdickt sich zusehends und bildet die nach unten hin abgerundet vorspringenden Seitenhöcker. Die oben erwähnte leichte Mesoblastverdickung lateral vom Mesoblastwulst findet sich auch hier und ist links ein wenig mehr ausgeprägt als rechts.

Im 7. Schn. n. h. verschwindet dann die Grenze fast ganz; rechts ist sie noch gerade angedeutet, im nächstfolgenden (8.) Sch. wird sie auch hier unauffindbar. Die ehemaligen Seitenlippen bilden mit den interlabialen Zellen jetzt eine mediane, dicke, indifferente Zellenmasse, welche nur unten zwischen den Lateralhöckern eingeschnürt ist. Man kann auch jetzt noch deutlich den mesoblastwärts gebogenen Verlauf der Zellen erkennen, auch die Stellung der Mitosen ist die oben angegebene, eine epitheliale Abgrenzung der Seitenlippen im Innern der Zellenmasse ist aber nicht mehr vorhanden. An der Oberfläche erhebt sich genau in der Mittellinie ein kleiner, aus Ektoblastem gebildeter Knopf, der Rest des oberen Teils des Metastompfropfes. Die seitlich davon gelegene Ektoblastemmasse setzt sich dann durch eine sehr flache Grenzfurche von dem Ektoderm der Seitenlippen ab, dessen epitheliale Streifung sich bis an die Grenzfurche ziemlich gut verfolgen lässt. Das Entoderm ist unten auch an der Unterfläche der Seitenhöcker isoliert.

Der 9. und 10. Sch., die ähnlich aussehen wie Textfig. 30 b auf Seite 132, scheinen durch den höchsten Punkt der Seitenhöcker gefallen zu sein. Die Epithelmasse der Seitenwülste, welche sich lateralwärts schnell verjüngt, verdickt sich dagegen medialwärts ganz bedeutend, um unter sehr auffälliger Biegung der indifferent gewordenen Zellen in den Mesoblast nach unten und lateralwärts überzutreten. Der Übergang dieser Zellen in die median gelegene Zellenmasse ist ein ganz allmählicher. An der Oberfläche hat sich links nahe dem klein gewordenen, aber noch erkennbaren Knopf eine kleine Kerbe gebildet, das vordere Ende der sekundären Metastomrinne. Die Grenzfurchen sind ein wenig deutlicher.

Im 11. und 12. Sch. ist der Knopf verschwunden. Die sekundäre Metastomrinne ist etwas tiefer geworden und von zwei regelmässigen, winkeligen Ektoblastemlippen begrenzt. Die Grenzfurchen sind verstrichen, sodass die

Epithelstreifung des medialwärts fast breit keulenförmig angeschwollenen Ektoderms sich allmählich gegen das Ektoblastem hin verliert.

Vom 13. Sch. ab werden die Schichten dünner. Der 17. Sch. gleicht so ziemlich der Textfig. 30 c, der 20. der Textfig. 30 d. In letzterem ist die Verdünnung noch stärker geworden. Die sekundäre Metastomrinne stellt einen etwas breiten, winkeligen Einschnitt dar. Das Entoderm hat sich inniger seiner Unterlage angeheftet.

Im 22. Sch. flacht sich die sekundäre Metastomrinne ganz ab, ihre Gegend wird nur noch durch einen dünnen Ektoblastemstreifen bezeichnet.

Im 23. Sch. hängt das inzwischen sehr dünne, fast kubisch und einschichtig gewordene Ektoderm nur noch an einer kleinen Stelle mit dem dünnen, stark gelockerten Mesoblast zusammen.

Im 30. Sch. hat auch dieser Zusammenhang aufgehört; zwei Schnitte darauf verschwindet auch die leichte, bis dahin noch kenntliche, den Lippen entsprechende Ektodermverdickung. —

Im Bereich des extraembryonalen Mesoblastes sieht man häufig dotterhaltige, 1—3-kernige Rundzellen im Entoderm, ferner alle Stadien ihrer Ablösung und ihres Übertritts in den Mesoblast. Das ist besonders seitlich und vorn in der Nähe des peripheren Mesoblastrandes, hier und da aber auch mehr medial und im hinteren Mesoblast der Fall. Vorn und seitlich auch viele sich in den Mesoblast entleerende entoblastische Zellbeutel mit Rundzellen. Hämangioblasten sind noch nicht ausgebildet.

Figur 101. (Vergr. 16.)

Ei olivenförmig, Keimhof kreisrund, 11 mm im Durchmesser, in der Mitte des Eies.

Die als kleiner, weisser Fleck sichtbare Embryonalanlage von im ganzen $1^3/_4$ mm Länge liegt ziemlich in der Mitte des Keimhofes und ist mit ihrer Längsachse schräg zur Längsachse des Eies gestellt.

Vorderlippe schmal, deutlich vorragend, dahinter ein dunkler Querspalt als äussere Blastoporusöffnung, nach hinten begrenzt von dem grossen, weisslichen, aus der primären Metastomrinne hervorragenden Metastompfropf. Hinter dem Pfropf sind die Seitenwülste der Metastomrinne einander sehr genähert, sodass nur eine schmale Rinne besteht; zwei Grenzfurchen gut sichtbar. Die Gegend vor der Vorderlippe ist breit muldenartig vertieft. Die vorderen Mesoblasthörner sind etwas asymmetrisch. Die Unterseite gleicht ziemlich der Fig. 103 a. Die Seitenhöcker fast halbkugelig. Eine untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals nicht mehr vorhanden.

Mesoblasthof wie in voriger Figur.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten.

Der Medianschnitt hat Ähnlichkeit mit Textfig. 34 b auf Seite 143, nur heftet sich das Entoderm nicht so weit nach vorn an, sondern bleibt mehr an der Unterseite des Vorderlippenrandes.

Die Vorderlippe ragt frei nach hinten hin vor, tritt aber nur sehr wenig aus der Fläche des Embryos heraus. Ihre Epithelstreifung erstreckt sich auf die Unterseite. Dahinter liegt der trichterförmige Blastoporus, der in einen kurzen Rest des Kupfferschen Kanals nach unten und vorn überführt. Der sich zu einer feinen Spalte verengende Kanal besitzt aber keine untere Öffnung mehr, vielmehr heftet sich das Entoderm an die Unterfläche der Vorderlippe an und verschliesst ihn. Die Chorda ist hinten am dünnsten, wird in der Mitte dicker und endet vorn in einer wulstartigen Entodermverdickung, welche sich nach vorn hin bald in das gewöhnliche Entoderm verjüngt. Ihre Epithelstreifung ist vorn und in der Mitte deutlicher als hinten; sie selbst ist etwa halb so dick als das Schildepithel. Das letztere ist vorn am dicksten, verjüngt sich über dem vorderen Entodermwulst der Chorda und geht von hier aus nach vorn allmählich in das platte Ektoderm über. Die vordere Verdickung erstreckt sich ebensoweit als das verdickte Entoderm. Diese Stelle erhebt sich ein wenig aus der Oberfläche des Schnittes und bedingt das weissliche Feld zwischen den Mesoblasthörnern. Die Unterfläche der Chorda ist ziemlich glatt.

Hinter dem Blastoporus liegt als großer, oben abgerundeter Hügel der Längsschnitt durch den Metastompfropf, der sich nach hintenhin allmählich abflacht; er ist höher als in Textfig. 30. Seine Oberfläche ist an diesem

Embryo glatt, ohne Zerfallstellen. Nach vorn hin setzt sich seine Ektoblastemmasse unter Zuschärfung als Unterwand des verkürzten Kupfferschen Kanals unter die Vorderlippe hin fort bis zur Anheftungsstelle des Entoderms; von letzterer aus zieht das Entoderm isoliert nach hinten hin.

Der 1. Sch. seitlich neben der Medianebene gleicht dem vorigen, nur der Kupffersche Kanal ist noch mehr verkürzt, sodass er mit seiner äusseren Öffnung einer vertikalen, trichterförmigen Spalte gleicht.

Im 3. Sch. ist der Rest des Kupfferschen Kanals verschwunden. Der Blastoporus repräsentiert nur noch eine Einsenkung, vor welcher die Vorderlippe nur eben noch angedeutet ist. Die Seitenlippen erscheinen jetzt in ganzer Länge getroffen und gehen nach vorn direkt über in die Chorda (resp. später den Mesoblast) und die Vorderlippe. Die Epithelstreifung erstreckt sich von der Vorderlippe auf die Blastoporuseinsenkung und noch etwas dahinter auf die Seitenlippen. Die Anheftungsstelle des sonst isolierten Entoderms ist an der Chordaunterfläche ein wenig nach vorn gerückt.

Im 4. Sch. ist die Blastoporusgegend noch flacher geworden. Die vordere Schildgegend zeigt eine merkliche Verdickung, die erste Anlage der Gehirnhöcker.

In den folgenden 3 Sch. (5.—7.) verschwindet die Blastoporuseinsenkung ganz, sodass das Schildepithel sich nach hinten hin unter Verdickung geradlinig in das Ektoblastem der Seitenwülste fortsetzt. Diese hintere Gewebspartie ist stark verdickt und springt nach unten abgerundet vor, den Durchschnitt durch die jetzt erscheinenden Seitenhöcker bildend. Hier gehen Ektoderm und Mesoblast kontinuierlich in das Ektoblastem über. An der Übergangsstelle des Ektoderms häufig Mitosen mit vertikal gestellter Spindelachse. Der Entodermansatz ist nach vorn gewandert, bis sich schliesslich das nach vorn hin zu einem hohen Zylinderepithel werdende Entoderm ganz isoliert. Zwischen ihm und dem Schildektoderm liegt jetzt der vorn unter Zuspitzung aufhörende Mesoblaststreifen. Die Grenze zwischen Chorda und Mesoblast ist in dem Längsschnitt nicht sicher festzustellen.

Der 8. Sch. geht dann durch die Kuppe des Seitenhöckers, unter welchem das Entoderm isoliert verläuft. Vorn erscheint in geringer Entfernung von der Embryonalanlage ein isolierter, kurzer, schmaler Mesoblaststreifen, der Durchschnitt durch die medianwärts umgebogenen Mesoblasthörner.

Im 9. Sch. treten in dem Durchschnitt durch die Mesoblasthörner schon 2—3 interzelluläre Vakuolen auf. Das verdickte Entoderm wird vorn an seiner Unterfläche unregelmässig, mit Sprossen und Zellbeuteln besetzt. Im vorderen, etwas verdickten Ende des seitlichen Mesoblastes fallen in diesem und den benachbarten Schnitten zahlreiche Mitosen mit meist parallel zur Oberfläche gerichteter Spindelachse auf.

Vom 11. Sch. ab tritt eine Verdünnung des Seitenhöckers ein.

Im 13. (14.) Sch. vereinigt sich das Vorderende des Seitenmesoblastes mit dem bis dahin isolierten Durchschnitt durch das vordere Mesoblasthorn.

Im 14. (12.) Sch. beginnt hinten im Ektoblastem die Isolierung des Schildepithels. Im vorderen, verdickten Ende des seitlichen Mesoblastes bilden sich zwei interzelluläre Vakuolen; auch nach vorn davon liegen einige Vakuolen.

Im 16. Sch. ist das Ektoderm hinten ganz isoliert, sodass sich nunmehr auch hinten die drei Keimblätter getrennt haben. Allerdings liegt der Mesoblast dem Ektoderm dicht an.

Von jetzt ab bietet die Serie kein Interesse mehr. Die drei Keimblätter bleiben voneinander getrennt, Ektoderm und Mesoblast werden allmählich immer dünner, bis sie in den Bereich des extraembryonalen Mesoblasthofes übergehen. —

Im Bereich des extraembryonalen Mesoblasthofes ist besonders vorn und seitlich der Übertritt von ein wenig blasser gefärbten, 1—4kernigen, mit feinen Körnchen durchsetzten Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast überall festzustellen. Hinten ist die Erscheinung nicht so häufig, wurde aber auch oft konstatiert.

Mehrkernige Übergangsformen von den Rundzellen zu den späteren Hämangioblasten kamen mehrfach zur Beobachtung, aber noch keine deutlich als solche erkennbaren Hämangioblasten.

Figur 102 und 102a. (Vergr. 16.)

Der ziemlich kreisrunde Keimhof von 13 mm Durchmesser in der Mitte des olivenförmigen Eies. Der Embryo liegt etwas exzentrisch in dem Keimhof, ist quer zur Längsachse des Eies gestellt und misst knapp $1^3/_4$ mm.

Gegend der Vorderlippe eingesunken, sodass Vorderlippe und äussere Kanalöffnung nicht zu erkennen sind. Metastomrinne durch Annäherung der Seitenlippen sehr eng, ein Pfropf nicht sichtbar. Von der Metastomrinne führt eine Verbindungsfurche über die Vorderlippengegend hinweg in die muldenartig vertiefte Rückenfurche. Der vordere Rand der seitlichen Metastomflügel ist weiter nach vorn, als in der vorigen Figur, gewachsen. Gehirnhöcker noch nicht erkennbar.

Fig. 102a. zeigt die Unterseite des Embryos bei der gleichen Vergrösserung. Die fast halbkugeligen, den vorwachsenden Seitenwülsten entsprechenden Seitenhöcker treten sehr deutlich hervor. Ebenso liegt auf den medialen, hinten die Chordarinne begrenzenden Rändern des Mesoblastes ein helles Licht. Zwischen dem mittleren Teil der Ränder befindet sich eine flache Erhebung. Die untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals ist nicht mehr vorhanden.

Mesoblasthof breitoval, 4 mm im längsten Durchmesser.

In der Querschnittserie ist die Gegend der Vorderlippe nur mit Mühe aufzufinden. Der Querschnitt, welcher voll durch die minimale Vorderlippe geht, wird lediglich dadurch kenntlich, dass die Vorderlippe mit den Seitenlippen zusammenhängt und in die Chordaanlage umbiegt. Der Schnitt ähnelt der Fig. 189 auf Taf. X, welche den Querschnitt durch die entsprechende Gegend eines der Fig. 102 sehr ähnlichen Embryos vorführt. Die Stelle ist aber nur klein, seitlich davon ist die Chorda sowohl von den Seitenlippen, als auch von dem Mesoblast scharf abgesetzt. An der Oberfläche des Schnittes besteht statt eines Vorderlippenvorsprunges eine tiefe, mediane Einsenkung, der Querschnitt durch die Verbindungsfurche. In dem Hohlraum der etwa dreieckigen, gewölbeartigen Chorda liegt eine dreieckige, aus mehreren Elementen bestehende Zellenmasse, welche das Lumen der Wölbung vollständig ausfüllt, sodass ein Kupfferscher Kanal als solcher nicht mehr besteht. In der einen Zelle befindet sich der Kern im Knäuelstadium. Mit dieser dreieckigen Zellenmasse, der ursprünglichen Unterwand des Kupfferschen Kanals, hängt ein schmaler, kurzer Zellenstreif zusammen, welcher auf der einen Seite zwischen Chorda und medialem Mesoblastrande einerseits und Entoderm andererseits eine kurze Strecke lateralwärts hinzieht. Das letztere läuft frei unter der medianen Gegend hinweg.

In dem ersten Querschnitt dahinter ist der Zusammenhang in der Mittellinie nur ganz oben noch gewahrt, sodass die Seitenlippen hier gewissermassen zusammenfliessen. Nach unten divergieren sie dagegen etwas und fassen wieder die dreieckige Zellenmasse zwischen sich. Auf der rechten Seite geht nun die Epithelmasse der Seitenlippen kontinuierlich in den Mesoblast über. Links dagegen ist sie, entsprechend der lateralen Abgrenzung der Chorda im vorigen Schnitt, vom Mesoblast noch getrennt. Der im vorigen Schnitt aufgefundene, von der dreieckigen Zellenmasse abgehende Zellstreifen ist in diesem Schnitt noch deutlicher und setzt sich an einer Stelle mit der Unterseite des Mesoblastrandes in Verbindung; in ihm lag eine Mitose mit parallel der Oberfläche gerichteter Spindelachse. Offenbar ist dieser Zellstreifen ein weitergewucherter Teil der ursprünglichen Unterwand des Kupfferschen Kanals, der zur Bildung des Primitivblastems später mit aufgebraucht wird. Das Entoderm zieht frei unter der genannten medianen Region hinweg.

Der 1. Sch. vor dem Querschnitt durch die Vorderlippe, von welchem wir ausgegangen sind, zeigt in der Mittellinie das Lippenektoderm von der Chorda schon völlig getrennt. Das Ektoderm ist an dieser Stelle merklich dünner, als seitlich davon, wo das Schildepithel eine beträchtliche Dicke aufweist, um dann lateralwärts in das dünne, einschichtige Plattenepithel des späteren Gefässhofes überzugehen. Die Chorda fängt an, sich abzuflachen, ist seitlich nicht deutlich vom Mesoblast abgesetzt und beherbergt in ihrer Wölbung eine Zellenmasse, die etwas grösser ist, als unter der Vorderlippe. Unter ihr zieht das Entoderm frei hinweg, um sich seitlich davon an die Unterfläche der Chorda fester anzulegen.

Im 2. Sch. n. v. ist ziemlich derselbe Befund, nur die Zellenmasse in der Chordawölbung wird kleiner, ebenso flacht sich die Verbindungsfurche mehr ab. Ein Lumen des Kupfferschen Kanals ist auch jetzt nicht vorhanden: die Oberfläche der Zellenmasse unter der Chorda ist, soweit sich mit einiger Sicherheit feststellen lässt, in diesem, wie in den schon besprochenen Schnitten, glatt.

Im 3. Sch. ist unter der Chorda zwischen ihr und dem Entoderm nur noch eine Zelle vorhanden.

Im 4. Sch. n. v. ist auch diese verschwunden. Das Entoderm zieht jetzt von rechts nach links unter der Chorda hinweg und ist mit ihr anscheinend fest verbunden.

Im 5. Sch. kann die Chorda links von dem Mesoblast abgegrenzt werden. An letzterem ist jederseits lateral dicht neben dem medialen Mesoblastwulst eine leichte Anschwellung festzustellen, welche auch vor und hinter diesem Schnitt überall in gleicher Weise zu erkennen ist. Das Zellengefüge dieser lateralen Anschwellung ist etwas lockerer, als in dem medialen Wulste; nach aussen geht sie in den dünnen, lockeren, ausserembryonalen Mesoblast über. Das Entoderm erscheint der Unterfläche der Chorda dicht angelagert.

Der 6. Sch. n. v. geht durch die flache, muldenartige Rückenfurche; von der Verbindungsfurche ist nichts mehr zu sehen. In der Mittellinie der Chordaunterfläche findet sich eine kleine, halbkreisförmige Kerbe (Chordarinne), welche frei von Entoderm zu sein scheint.

Im 7.—9. Sch. wird die Kerbe etwas breiter. Die Abtrennung des rechten und linken Mesoblastes von der Chorda ist jetzt zu erkennen.

Im 10.—18. Sch. scheinen Chorda und Mesoblast jederseits wieder in kontinuierlichem Zusammenhang zu sein. Die Chordarinne ist breit, flach, seitlich davon ist das Entoderm an die Chordaunterfläche angeheftet, um sich lateralwärts davon wieder durch eine feine Spalte abzutrennen. Die Trennungsspalte schneidet aber medialwärts nicht durch. An der Oberfläche des Schnittes ist die Gegend über der Chorda unter Abrundung tief eingesunken und von den beiden durch die lateralen Mesoblastwülste bedingten Erhebungen überragt. Seitlich erscheinen lateral von den Wülsten im Mesoblast ganz vereinzelte, kleine, interzelluläre Vakuolen.

Im 19.—25. Sch. n. v. wird der Zusammenhang der Enden der nunmehr aus Zylinderepithel bestehenden Chorda mit den ein wenig verdickten Enden des Entoderms inniger, die Spalte verschwindet, das Entoderm geht kontinuierlich in die Chorda über. Die Chordarinne ist ziemlich breit und tief.

Im 26. Sch. trennt sich auf jeder Seite der Mesoblastwulst unter Zuschärfung von der epithelialen Chordaanlage ab, eine Trennung, die in den beiden vorangegangenen Schnitten schon angedeutet wurde. Die Oberfläche des sehr dicken Schildes wird mehr glatt.

Dieser Befund erhält sich ziemlich bis gegen den 30. Sch. hin. Von jetzt ab wird die dicke Chordaanlage breiter, die seitlichen Mesoblastwülste etwas stärker. In letzterem erscheint rechts und links eine kleine interzelluläre Vakuole. Die Gegend oberhalb der Chorda bleibt mehr flach, während das dicke Schildepithel als erste Anlage der Gehirnhöcker oberhalb der Mesoblastwülste etwas vorragt.

Vom 32. Sch. ab verdünnen sich die Mesoblastwülste und rücken mehr von einander ab. Unterfläche des Chordaepithels glatt. In dem Mesoblast lateral von seinem medialen Wulste einige wenige, kleine, interzelluläre Vakuolen.

Im 35. Sch. sind die Mesoblastwülste schon unansehnlich geworden und weit auseinander gerückt. Das intermesoblastische Entoderm ist nur in der Mitte leicht verdickt und markiert hier die Fortsetzung der Chordaanlage, lateral gegen den Mesoblast hin verdünnt es sich. Das Schildepithel verjüngt sich lateralwärts sehr bald. Die chordale Entodermverdickung erhält sich bis zum 43. Schnitt. Die Unterfläche des aus Zylinderepithel bestehenden Entoderms unter den Mesoblastwülsten wird etwas unregelmässig. Rechts und links lateral vom Schildrande häufen sich die Zellbeutel und Entodermsprossen, welche massenhaft Rundzellen in den Mesoblastraum zwischen Ektoderm und Entoderm abstossen.

Im 40. Sch. ist die chordale Entodermverdickung schmal, knopfförmig; eine Chordarinne war darunter an diesem Präparat nicht zum Ausdruck gekommen.

Im 43.—46. Sch. ist die chordale Verdickung verschwunden. Die Lagen verdünnen sich zusehends. Die Mesoblastwülste rücken mehr und mehr auseinander, unter ihnen und lateral davon zahlreiche unregelmässige Entodermsprossen. Die interzellulären Vakuolen im medialen Teil des Mesoblastes werden etwas grösser.

Vom 49. Sch. ab rücken die Mesoblastwülste wieder etwas mehr zusammen.

Nach dem 60. Sch. verliert sich der Mesoblast bald. Eine Vereinigung der beiden Mesoblasthörner findet noch nicht statt. Das Entoderm wird sehr unregelmässig, bis die Zona pellucida erreicht ist. —

Der erste Querschnitt hinter der Vorderlippe wurde oben schon beschrieben.

In dem 2. Sch. n. h. ist die Einsenkung zwischen den Seitenlippen noch tiefer. Die beiden epithelialen Seitenlippen, welche rechts und links breit in den Mesoblast übergehen, berühren sich nicht, sondern werden durch eine dünne Lage nicht deutlich von ihnen abgegrenzten Ektoblastems getrennt. Die Oberfläche des letzteren ist rauh, mit Detritus bedeckt. Ein Kern liegt ganz frei zu Tage.

Im nächsten (3.) Sch. ist die rechte epitheliale Vorderlippe vom Ektoblastem durch einen Spalt scharf abgesetzt, die linke dagegen nur in ihrem oberen Teil. Die Ektoblastemmasse wird durch eine von der Oberfläche ausgehende Einsenkung, das vordere Ende der sekundären Metastomrinne, in zwei ungleich lange, schmale Partien zerlegt. Während das linke Stück kurz ist und eine abgerundete Fläche besitzt, zeigt das rechte Stück eine rauhe, in Zerfall begriffene Oberfläche. Die rauhe Oberfläche ist in diesem, wie auch in dem vorigen Schnitte so klein und wenig vorspringend, dass sie im Flächenbilde mit der Lupe nicht gesehen werden konnte. In den nach unten umgebogenen Epithelrändern der Seitenlippen Mitosen mit vertikal gestellter Spindelachse.

Der 4. Sch. gleicht dem vorigen, nur ist die sekundäre Metastomrinne etwas tiefer und die Oberfläche des rechts davon gelegenen Ektoblastems etwas breiter und glatt geworden. Das Entoderm zieht als dünnes, einschichtiges Blatt frei unter dem Schnitt hinweg. Die Seitenhöcker beginnen sich nach unten hin vorzuwölben.

Im 5. und 6. Sch. sind die epithelialen Seitenlippen im Innern von dem Ektoblastem nur durch den gebogenen Verlauf ihrer Zellen abgegrenzt. An der Oberfläche des Schnittes zwei flache Grenzfurchen. Die sekundäre Metastomrinne ein enger, vertikaler, tiefer, etwas extramedianer Spalt.

Auch in allen Schnitten hinter dem Urmund ist die leichte Verdickung des Mesoblastes am Schildrande vorhanden.

Im 7.—12. Sch. wird das Ektoblastem breiter, die Grenzfurchen deutlicher. Die sekundäre Metastomrinne ist sehr tief und sehr schmal. Die Seitenhöcker wölben sich nach unten hin vor. Über ihnen geht jederseits das stark verdickte Ektoderm breit in das indifferente Gewebe und den Mesoblast über.

Vom 10. Sch. ab verflacht sich die sekundäre Metastomrinne, und verstreichen die Grenzfurchen.

Vom 13. Sch. ab verschwinden die Hervorwölbungen der Seitenhöcker; die Schichten beginnen sich zu verdünnen. Die sekundäre Metastomrinne stellt noch einen schmalen, vertikalen, verhältnismässig tiefen Spalt dar.

Vom 16. Sch. ab verbreitern sich schnell die Seitenwülste, Mesoblast und Ektoderm werden dünner.

Im 23. Sch. n. h. sind die Wülste sehr niedrig, nun aber etwas ungleich. Nur das mediale Ende der einen Ektodermverdickung geht noch an einer kleinen Stelle in den Mesoblast über; in den nächsten Schnitten verschwindet auch die Übergangsstelle. Das Entoderm ist jetzt der Unterfläche dichter angeheftet. Von dem interlabialen Ektoblastem spaltet sich das Ektoderm als dünne, einschichtige Lage ab. —

Im Bereiche des ganzen extraembryonalen Mesoblastfeldes findet ein oft massenhafter Übertritt von entoblastischen, dotterhaltigen Rundzellen in den Mesoblast statt, am meisten seitlich und vorn, weniger hinter dem Embryo. Dabei lösen sich sowohl aus dem einschichtig ausgebreiteten Entoderm zahlreiche Rundzellen ab, als auch findet die Abstossung der Elemente aus grossen, mehr oder weniger unregelmässigen Entoblastsprossen und Zellbeuteln statt, letzteres besonders am Seiten- und Vorderrande des Mesoblastfeldes.

Auch unter dem embryonalen Mesoblast wurde ein Übertritt von runden Entodermzellen, wenn auch seltener, wahrgenommen. Die übertretenden entoblastischen Rundzellen unterscheiden sich durch ihr leicht gelbliches oder

rothbräunliches Aussehen und die oft deutlich sichtbaren, gröberen Dottertröpfchen von den gewöhnlichen Mesoblastzellen und sind auch im Verbande mit letzteren oft noch deutlich zu erkennen.

Figur 103 und 103a. (Vergr. 16.)

Ei gedrungen oval, Keimhof nahezu kreisrund, 12 mm im Durchmesser, in der Mitte des Eies. Embryo in der Mitte des Keimhofes als weissliche, kleine Stelle sichtbar, mit der Längsachse quer zum Längsdurchmesser des Eies gestellt. Länge der Embryonalanlage 1 $^3/_4$ mm.

In dem Oberflächenbilde springt der grosse Metastompfropf sehr deutlich hervor. Vor ihm liegt die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals als kleiner, dunkler Querspalt. Hinter dem Pfropf legen sich die Seitenwülste zu einer sehr schmalen Metastomrinne aneinander. Die kleine Vorderlippe ist zu erkennen, ragt noch frei nach hinten vor, erhebt sich aber nur wenig, bleibt vielmehr in der Tiefe: sie liegt daher in tieferem Niveau als der Metastompfropf. Die breite Rückenfurche ist nur sehr flach. Die Mesoblasthörner divergieren ziemlich stark.

An der Unterseite sind wieder die fast halbkugeligen Seitenhöcker, welche durch eine flache mediane Rinne von einander geschieden werden, die Bildung, welche am meisten in die Augen fällt. Die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals ist nicht mehr vorhanden, die Chordarinne ist deutlich.

Mesoblasthof länglich, ca. 3 mm im Durchmesser.

In der Querschnittserie erscheint in dem durch den hinteren Rand der Vorderlippe gehenden Schnitt die Lippe nur als ganz kleiner, medianer Vorsprung, welcher von den seitlichen, durch die Mesoblastwülste bedingten Erhebungen des Ektoderms überragt wird; in ihr fliessen die epithelialen Seitenlippen und die Chorda zusammen. Die letztere geht auf der einen Seite direkt in den Mesoblast über, auf der andern Seite dagegen ist sie davon scharf abgesetzt und bildet hier gewissermassen den hakenartig nach unten und lateralwärts umgebogenen Rand der Seitenlippe. Die Höhlung der etwa dreieckigen Chordaanlage wird ganz ausgefüllt von einer hohen, dreieckigen, von mehreren Zellen gebildeten Zellenmasse, dem Derivat der Unterwand des Kupfferschen Kanals; vom Kanal selbst ist das Lumen verschwunden. Unter dem ganzen Schnitt zieht das dünne, einschichtige Entoderm gut abgesetzt hinweg, ist der Unterfläche der Chordaanlage jederseits von der dreieckigen Einschlussmasse aber innig angelagert.

Lateral von dem medialen, wulstartig verdickten Ende des Mesoblastes findet sich jederseits wieder eine leichte, spindelförmige, von mehr lockeren Zellen gebildete Mesoblastverdickung, welche dem Seitenrande des Schildes entspricht und von dem medialen Endwulst durch eine leichte Einschnürung getrennt wird. Das gilt für alle Schnitte in grösserer Ausdehnung vor und hinter der Vorderlippe.

Im 1. Sch. davon n. v. ist die Trennung des Ektoderms von der Chorda in der Mittellinie noch nicht erfolgt. Das Epithel der Vorderlippe ist dünner, als das dicke, lateral davon gelegene Schildepithel. Die Chordawölbung wird von einer kleinen, nur noch von wenigen Zellen gebildeten Masse völlig eingenommen, unter welcher das Entoderm hinwegzieht. Der Mesoblast ist in diesem Schnitt auf beiden Seiten von der Chordaanlage getrennt derart, dass die letztere von der Epithelmasse der medialen Ränder der Seitenlippen gebildet wird.

In dem 2. Sch. ist das Ektoderm von der Chordaanlage vollständig abgespalten. Die letztere ist noch dreieckig, mit kleiner Gewölbehöhlung, in welcher ohne Lumen eine von etwa drei Zellen zusammengesetzte Masse liegt, unter welcher das Entoderm hinwegzieht. Die Abgrenzung der Chorda vom Mesoblast ist auf beiden Seiten nicht mehr deutlich zu erkennen.

Im 3. Sch. n. v. ist die Chordaanlage noch hoch, hutartig, mit abgerundeter, oberer Fläche und zugespitzten lateralen Enden, welche sich wieder gut vom Mesoblast abgrenzen. In ihrer sehr klein gewordenen Höhlung liegt nur noch eine einzige Zelle, unter welcher man deutlich das Entoderm unterscheiden kann; das letztere ist sonst mit der ganzen Unterfläche der Chorda fest verbunden.

Im folgenden (4.) Sch. hat die Chorda noch die dreieckige Form bewahrt, ist aber etwas mehr abgeflacht; auch ihre lateralen Enden grenzen sich noch von dem Mesoblast ab. Die ihr Lumen ausfüllende Zellenmasse ist

aber völlig verschwunden, unter ihrer geradlinigen Unterfläche, der jede Andeutung einer Rinnenbildung fehlt, zieht das mit ihr fest verbundene Entoderm hinweg.

Im 5. und 6. Sch. hat sich die Chorda noch mehr abgeflacht und ist annähernd linsenförmig geworden: ihre Abgrenzung vom Mesoblast ist nur auf einer Seite klar. Über ihr zeigt das Schildepithel eine leichte Erhebung. Das Entoderm ist der ganzen Unterfläche der Chorda fest angeheftet und lässt sich optisch nicht von der Chordasubstanz abgrenzen: es erscheint leicht verdickt.

Im 7. Sch. ist die Chorda flach und abgeplattet. Die Oberfläche des Ektoderms verläuft über ihr ziemlich geradlinig. Die Unterfläche der Chorda wird nicht mehr ganz von dem Entoderm überzogen. Ihre Mitte bleibt frei davon, sodass hier eine kleine Chordarinne entsteht.

Im 8. Sch. ist die Chordarinne ein wenig breiter geworden. Links davon ist das Entoderm an ihre Unterfläche angeheftet, doch so, dass eine feine Spalte zwischen ihr und dem Entoderm sichtbar bleibt; nur ganz medial an der Rinne besteht ein fester Zusammenhang, und ist die Spalte geschlossen. Auf der rechten Seite klafft die Spalte ganz und ist breit. Unzweifelhaft ist diese Ablösung als Kunstprodukt infolge der Behandlung entstanden, da auch weiter lateralwärts das Entoderm sich abgehoben und verlagert hatte. In der Nähe der Chorda beginnt das Entoderm sich etwas zu verdicken, indem die Zellen eine mehr zylindrische Form annehmen. Links ist der Mesoblast deutlich von der Chorda getrennt, rechts nicht.

Im 9. Sch. hat sich auf der rechten Seite das Entoderm von der Unterfläche der Chorda gelöst, hängt aber mit seinem medialen Ende neben der Chordarinne noch fest mit der Chorda zusammen. Die Zellenmasse der letzteren selbst steht jetzt und in den nächstfolgenden Schnitten kontinuierlich mit dem Mesoblast in Verbindung.

In den folgenden (10.—23.) Sch. wird die Chordarinne breiter und der Zusammenhang des Chordaendes jederseits mit dem Mesoblast und dem etwas verdickten Entoderm inniger. Der der Rinne zugewandte Teil der Chorda nimmt dabei den Charakter eines hohen Zylinderepithels an.

Vom 19. Sch. an erscheint der Zusammenhang mit dem Mesoblast besonders breit, sodass das Chordaepithel nur wie ein verschmälerter mittlerer Teil des Mesoblastes aussieht. Der obere Rand erhält in der Medianlinie eine Einkerbung, in welche ein kleiner Zapfen des Ektoderms hineinragt. Das Schildepithel deutet durch stärkere Verdickung die künftige Anlage der Gehirnhöcker an; die Oberfläche des Ektoderms ist aber noch ziemlich geradlinig.

Bis zum 27. Sch. verbreitert sich nun die flache Chordarinne sehr bedeutend, der Zusammenhang mit dem Mesoblast bleibt aber noch bestehen.

Im 28. Sch. ist dieser Zusammenhang gelöst, die medialen Enden der Mesoblastwülste hören unter Zuschärfung auf. Über ihnen beginnt das Schildepithel sich etwas zu erheben. Auch die mediale Partie der Ektodermoberfläche zeigt eine leichte Erhebung. Das Entoderm zwischen den Mesoblastwülsten ist noch ziemlich gleichmässig verdickt, in der Mitte nur ein wenig dicker als seitlich; hier geht es kontinuierlich in das unter dem Mesoblastwulst gelegene Entoderm über, welches unter letzterem etwas verdickt ist und lateralwärts sich allmählich in das gewöhnliche Entoderm des extraembryonalen Mesoblastfeldes verdünnt.

Im 31. Sch. wird das dicke Entoderm unter dem einen Mesoblastwulst unregelmässig und zeigt Sprossen. Auf derselben Seite tritt auch im Mesoblast eine kleine interzelluläre Vakuole auf

In den nächsten (32.—37.) Sch. wird der Teil des Entoderms, welcher zwischen den Mesoblastwülsten liegt, noch breiter. Zugleich bleibt sein mittlerer Teil von derselben Stärke wie vorher, ja verdickt sich noch etwas und erhält an seiner Unterfläche wieder eine sehr deutliche, flache Chordarinne. Dadurch setzt sich dieser mittlere Teil deutlich in Gegensatz zu dem seitlich davon gelegenen, intermesoblastischen Entoderm, welches sich merklich verdünnt. In den hier dünner werdenden Mesoblastwülsten treten die interzellulären Vakuolen etwas zahlreicher auf, bleiben aber klein.

Vom 38. Sch. ab verschwindet die Chordarinne, während die Entodermverdickung noch einige Schnitte erhalten bleibt.

Vom 43. ab wird aber auch sie, wie überhaupt das Entoderm und auch das Ektoderm, wesentlich dünner.

Im 47. Sch. hat die mediane Entodermverdickung aufgehört, die Mesoblasthörner werden als dünne Zellstreifen ohne interzelluläre Vakuolen getroffen.

Schliesslich hören die beiden Mesoblaststreifen auf und die nur aus dünnem Ektoderm und ein wenig dickerem Entoderm bestehende Zona pellucida erscheint. —

Besonderes Interesse bieten an diesem Präparat die Schnitte hinter der Vorderlippe.

Im 1. Sch. hinter dem freien Rand der Vorderlippe sind die epithelialen Seitenlippen einander sehr genähert, werden aber noch getrennt durch eine schmale, stiftartige, interlabiale Zellenmasse, welche die Seitenlippen mit einer leichten, an der Oberfläche glatten Abrundung ein wenig überragt und von ihnen jederseits durch einen schmalen Spalt geschieden wird. Unten geht wieder das Entoderm glatt darüber hinweg. Ebenso wie in dem Schnitt durch die Vorderlippe, ist auch hier noch auf der einen Seite der epitheliale Rand der Seitenlippe, der in jenem Schnitt die Fortsetzung der Chordaanlage darstellte, vom Mesoblast abgespalten.

Im 2. Sch. n. h. liegen besondere Verhältnisse vor. Der schmale interlabiale Zellstreif des vorigen Schnittes ist nicht mehr zu erkennen, die Seitenlippen stossen anscheinend direkt aneinander und gehen unter Bildung einer oberflächlichen, medianen Rinne ineinander über. Die Epithelstreifung der Oberfläche setzt sich bis in die Mitte der Rinne fort, hebt sich hier aber nicht scharf ab, geht vielmehr unmerklich über in die Zellenmasse, welche durch bereits erfolgte Vereinigung der beiden Mesoblastwülste der Seitenlippen entstanden ist. An der Mitte der Rinne liegt ganz oberflächlich eine Mitose mit schräg medialwärts gerichteter Spindelachse. In der Rinne befindet sich nun eine grosse, fast kugelrunde Zellenmasse mit glatter Oberfläche, die völlig isoliert ist und von der Oberfläche des Schnittes durch eine deutliche Spalte getrennt wird. Offenbar ist es hier unter Abstossung einer Zellenmasse schon zur Verwachsung der Seitenlippen gekommen, die Bildung des Primitivstreifs und der Primitivrinne ist eingeleitet. Das Abweichende und Interessante dabei ist, dass dies im vorliegenden Präparat geschehen ist, bevor noch die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals sich ganz geschlossen hat.

Der folgende (3.) Sch. bietet ziemlich das gleiche Bild, nur lässt sich in der etwas breiter gewordenen Rinne die Epithelstreifung in ihrer Mitte nicht mehr erkennen, vielmehr liegt hier ein kleines, dreieckiges Stück interlabialen Ektoblastems, welches aber in keiner Weise von den Seitenlippen abgesetzt ist; auch seine Oberfläche ist glatt und geht ohne Grenze in die der Seitenlippen über. Die völlig isolierte Zellenmasse in der Rinne ist ein wenig grösser geworden und zeigt eine Mitose. Bemerkenswert ist, dass in diesem Schnitt, wie auch in dem vorigen, der als hakenförmige Umbiegung noch erkennbare Rand der einen Seitenlippe sich noch scharf von dem Mesoblast absetzt.

Der 4. Sch. n. h. gleicht Fig. 31a auf Seite 133; auch in ihm ist die runde Zellenmasse in der sich anlegenden Primitivrinne noch völlig isoliert.

Erst in dem 5. Sch. n. h. setzt sie sich in breite Verbindung mit dem darunter gelegenen Gewebe, welches jetzt ebenso, wie schon vorher die isolierte Zellenmasse, aus Ektoblastem besteht. Dadurch entsteht an der Oberfläche des Schnittes in der flachen Metastomrinne ein breiter, abgerundeter Pfropf. An seiner linken Seite reicht die Epithelstreifung der Seitenlippen unmittelbar an ihn heran, rechts dagegen bleibt sie in geringer Entfernung davon zurück, sodass hier zwischen dem Pfropf und der Epithelstreifung auf eine kleine Strecke Ektoblastemgewebe frei liegt; eine nur schwach ausgebildete Grenzfurche grenzt es lateralwärts ab.

Sch. 6 und 7 gleichen Textfig. 31 b. Der Pfropf ist mehr abgeflacht, breit, viereckig. Die Kerbe an seinem rechten Rande, der Anfang der sekundären Metastomrinne, wird etwas tiefer. An der Unterseite beginnen die abgerundeten Seitenhöcker in die Erscheinung zu treten.

In den 4 (8.—11.) folgenden Schnitten vertieft sich die sekundäre Metastomrinne. Der Pfropf flacht sich ab und wird zu dem einen die sekundäre Metastomrinne begrenzenden Seitenrand, der den andern nicht mehr überragt. Der grosse, im vorderen Teil losgelöste und nach vorn geschobene Metastompfropf ist in diesem Präparat also nur die eine durch Quetschung vorgeschobene Ektoblastemlippe der sekundären Metastomrinne. Die Schnitte gehen

jetzt durch den dicksten Teil der Seitenhöcker. Das Entoderm verläuft unter ihm noch getrennt, die auch im Flächenbild sichtbaren Grenzfurchen sind flach, aber deutlich.

Im 12. Sch. n. h. ist die sekundäre Metastomrinne flach, die Grenzfurchen sind fast verstrichen. Die Oberfläche der Seitenwülste erscheint mehr geradlinig. Der Schnitt erhält dadurch Ähnlichkeit mit Textfig. 30b und die nun folgenden bis zum 19. Sch. mit Textfig. 30c und d auf Seite 132.

Im 20. Sch. n. h. wird die sekundäre Metastomrinne breiter, die Ektoblastemwülste flach.

In den folgenden Schnitten wiederholen sich die gleichen Bilder, wie in dem vorigen Präparat.

Auch an diesem Embryo war der Übertritt der runden, dotterhaltigen Zellen aus dem Entoderm in den Mesoblast überall, besonders vorn, zu konstatieren, aber nicht so massenhaft, wie in den früheren Präparaten. Noch keine deutlich erkennbaren Hämangioblasten.

Figur 104 und 104a. (Vergr. 23.)

Ei gedrungen oval. Keimhof kreisrund, 11 mm im Durchmesser, in der Mitte des Eies. Embryo in ihm ein wenig exzentrisch gelegen, mit schräg zur Eiachse gerichtetem Längsdurchmesser.

Längsdurchmesser der Embryonalanlage $1^1/_4$ mm.

Falterform der Embryonalanlage. Vorderlippe vor der oberen Öffnung des Kupfferschen Kanals schmal, aber deutlich abgesetzt und nach hinten hin frei vorragend. Metastomrinne breit, ein Metastompfropf fehlt. Der Boden der Rinne in ihrem vorderen Teile etwas verdickt und weisslich. Einzelheiten lassen sich darin aber mit der Lupe nicht erkennen. Rückenfurche breit muldenförmig.

Fig. 104a. Unterseite des Embryos. Die untere Öffnung des Kupfferschen Ganges ist nicht mehr vorhanden. Die Seitenhöcker treten wenig hervor und sind mehr länglich.

Mesoblasthof ca. 3 mm im Durchmesser.

Ist ein etwas jüngeres Stadium, als die vorhergehenden Fig. 99—103. Vgl. auch Textfig. 32a und b auf Seite 136.

Die interessanten Verhältnisse, welche dieser Embryo in seiner Metastomrinne aufwies, sind schon im Kapitel VIII. 4 auf Seite 127—129 näher beschrieben und in den Serienschnitten der Textfig. 28 auf Seite 128 illustriert worden. Es sollen daher hier nur die Schnitte berücksichtigt werden, welche durch den Kupfferschen Kanal und den vorderen Teil des Embryos gegangen sind.

Textfig. 28b auf Seite 128 stellt den Schnitt dar, welcher den äussersten, frei nach hinten vorragenden Rand der Vorderlippe getroffen hat. Die epithelialen Ränder der Seitenlippen gehen direkt in die Vorderlippe und nach unten auch in den lateralen Mesoblast über. Der Gewölbeteil erscheint nicht als Chorda abgegrenzt. Das Lumen der Wölbung wird von einer hohen, isolierten Zellenmasse mit zerfaserter Oberfläche eingenommen, aber nicht ganz, sodass zwischen ihm und der Vorderlippe noch ein schmaler, dem Kupfferschen Kanal angehörender Spaltraum frei bleibt. Das dünne Entoderm zieht glatt darunter hinweg.

Im 1. Sch. n. v. besteht noch der mediane Zusammenhang der Vorderlippe mit den Seitenlippen. Seitlich von dem medianen Mesoblastwulst tritt wieder eine leichte, dem Schildrande etwa entsprechende Mesoblastverdickung auf, welche auch in den Schnitten nach vorn und nach hinten nicht fehlt.

Den folgenden Schnitt bildet die Textfig. 28a ab.

Im 3. Sch. n. v. ist die Zellenmasse in dem Chordagewölbe noch kleiner geworden, auch der Kanalspalt ist kaum noch zu sehen. Die etwa dreieckige Chordaanlage flacht sich etwas ab und geht seitlich direkt in den Mesoblast über, wie auch in den vorhergehenden Schnitten. Das Entoderm zieht unter der Chorda und unter dem Mesoblast isoliert und glatt hinweg. Das Epithel der Vorderlippe ist dünner als das Schildepithel seitlich davon.

Im 4. Sch. ist die Chorda noch flacher geworden. Ihre Wölbung ist klein und wird von nur 3 Zellen ganz ausgefüllt. Es ist keine Spur eines Kanallumens mehr vorhanden. Darunter zieht das Entoderm frei hinweg. Dieser Schnitt ist durch die untere Verschlussstelle des Kupfferschen Kanals gegangen, da im nächsten (5.) Sch.

plötzlich unter der Chorda eine mediane, ganz kleine, schmale Chordarinne auftritt, welche von Detritus und einem kernartigen Gebilde ausgefüllt wird. Seitlich davon heftet sich das Entoderm fest an die Chordaunterfläche an. Die Chorda selbst ist dick und noch leicht dreieckig; sie hängt seitlich mit dem Mesoblast kontinuierlich zusammen.

Im 6. Sch. n. v. ist die Chorda auf der einen Seite von dem Mesoblast abgespalten. Im 7. und 8. Sch. scheint die Abspaltung auf beiden Seiten eingetreten zu sein. Die Chorda wird platt, bewahrt aber an ihrer Unterfläche noch die mediane, jetzt flache Rinne.

Vom 9. Sch. ab verbreitert sich die Chordarinne. Eine vollständige Unterwachsung der Chorda von seiten des Entoderms hatte also in diesem Embryo noch an keiner Stelle begonnen. Die Abspaltung der Chorda vom Mesoblast erscheint bald deutlich, bald nicht.

Vom 14. Sch. ab ist die Chordarinne ziemlich breit. Das Entoderm heftet sich seitlich davon an die Unterfläche der Chorda an, ist von ihr aber durch eine deutliche, feine Spalte getrennt bis auf das mediale Entodermende, welches nahe der Chordarinne fest angelötet ist. Die Spalte führt immer nur in den Raum zwischen Entoderm und Mesoblast. Der der Chordarinne entsprechende Teil der Chorda nimmt einen ausgesprochen epithelialen Charakter an.

Vom 17. ab hängt die Chorda breit mit dem Mesoblast jederseits zusammen.

Im 19. Sch. verbindet sich das etwas verdickte, mediale Ende des Entoderms fester mit dem Chordaepithel und geht auf der einen Seite schon in letzteres über.

Vom 22. Sch. ab leitet sich die Abspaltung des Mesoblastes ein, welcher bis dahin fast gleiche Dicke mit der Chorda hatte.

Im 27. Sch. ist die Abspaltung vollendet. Die Chordarinne wird breit und flach. Das Entoderm geht jetzt allein in das Chordaepithel über.

Die folgenden Serienschnitte verhielten sich ebenso wie in dem vorigen Präparat. Eine Chordarinne wurde unter der vorn auftretenden, medianen, chordalen Entodermverdickung nicht beobachtet. In den Mesoblasthörnern waren die interzellulären Vakuolen erst sehr klein und spärlich.

Die Überwanderung von Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast war festzustellen, aber durchaus nicht so reichlich und eklatant, wie in den vorhergehenden Serien.

Tafel V.

Figur 109. (Vergr. 16.)

Ei rundlich, Keimhof in seiner Mitte kreisrund, 11 mm im Durchmesser.

Mit blossem Auge untersucht, erscheint diese Embryonalform, wie auch diejenigen der übrigen Fig. dieser Tafel, unter dem Bilde zweier kleiner, parallel nebeneinander verlaufender, weisslicher Striche; je älter die Embryonen dieser Stadien, um so schmaler und länger werden die beiden Striche. Vgl. Fig. 122—125 dieser Tafel, welche Eier mit ihren Keimen in natürlicher Grösse darstellen.

Vorn fällt das Paar der fast halbkugeligen Gehirnhöcker auf, hinten das Paar der Primitivlippenhöcker, die aber nicht ganz so stark hervortreten, wie die Gehirnhöcker. Die letzteren beginnen sich vorn einzusenken, sodass hier der Embryo durch eine deutliche Furche abgegrenzt wird. Zwischen den Gehirnhöckern tritt die erste Anlage der Medullarrinne in die Erscheinung, welche sich nach hinten in die breite, tief muldenartige Rückenfurche fortsetzt. Der der Rückenfurche entsprechende mittlere Teil des Embryos ist zwischen den beiden Höckerpaaren etwas eingesunken. Von der Rückenfurche geht eine schmale, dunkle Furche nach hinten in die Metastomrinne. Diese Furche ist in ihrem vorderen Abschnitt die Verbindungsfurche, in ihrem hinterem Teil schon Primitivrinne. Die Vorderlippe des Blastoporus, ebenso die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals, wie dieser selbst, sind völlig verschwunden. Am hinteren Ende der Primitivrinne ragt eine kleine, aber deutliche Detritusmasse hervor, an welche sich nach hinten hin die sehr schmale, zwischen den gewulsteten Seitenlippen befindliche sekundäre Metastomrinne anschliesst.

Der längliche Mesoblasthof von 3,7 mm längstem Durchmesser hat sich seitlich und nach hinten ausgebreitet. Nach vorn ragen mit etwas unregelmässiger Begrenzung die Mesoblasthörner vor, welche noch nicht zum medianen Zusammenschluss gekommen sind und zwischen sich das mesoblastfreie Proamniosgebiet fassen.

In den Querschnittsserien ist es von jetzt ab kaum möglich, einen einigermassen fixierten Ausgangspunkt für die Beschreibung zu finden, da die Vorderlippe des Blastoporus und der Kupffersche Kanal verschwunden sind. Ich werde daher die Serien in ihrer Schnittfolge einfach von vorn nach hinten beschreiben und als ersten Querschnitt denjenigen bezeichnen, in welchem zuerst ein Anschnitt der Gehirnanlagen auftritt.

In den Schnitten durch die vordersten Teile der beiden Mesoblasthörner ist das Entoderm unter dem Mesoblast verdickt und mit Sprossen versehen. Die Abstossung von Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast ist zu erkennen. Auch in der Serie sind die Mesoblaststreifen der beiden Hörner noch nicht vereinigt, sondern durch einen breiten, mesoblastfreien Streifen von einander getrennt. In dem Mesoblast mehrere kleinere und grössere interzelluläre Vakuolen; in der Nähe seines medialen Randes liegt die grösste.

In den Schnitten durch den mittleren und hinteren Teil der Mesoblasthörner sammeln sich die Entodermsprossen an dem lateralen Rande des Mesoblaststreifs, den sie von jetzt ab begleiten. Hier und da sind deutliche Zellübergänge vom Entoderm in den Mesoblast festzustellen.

In dem Proamniosfelde werden Ektoderm und Entoderm von vorn nach hinten allmählich höher. Dabei verdickt sich die mittlere Partie des Ektoderms einige Schnitte vor der Gehirnanlage ein wenig; die Verdickung des mittleren Teils des Entoderms erfolgt erst etwas später und bleibt nur sehr schwach. Die Geringfügigkeit der Verdickungen verhindert, dass an diesem Embryo im Proamniosfelde ein weisslicher Halbmond auftritt, wie z. B. in Fig. 112—114.

Nachdem die noch sehr flache Einsenkung vor der Gehirnanlage passiert ist, beginnt als erster Schnitt, von welchem wir zählen, der Anschnitt durch den vordersten Teil der Gehirnhöcker, der als breite Ektodermverdickung in der Mitte des zwischen den Mesoblastplatten noch leicht eingesunkenen Ektoderms auftritt. Das mediane Entoderm ist verdickt, hochzylindrisch und verdünnt sich lateralwärts gegen den Mesoblast hin. Die Zylinderzellen in der Nähe der medianen Verdickung sind in auffällig schräger Richtung medianwärts gestellt. Unter den abgerundeten medialen Enden der dünnen Mesoblastplatten bleibt das Entoderm noch eine Zeitlang niedrig zylindrisch, zeigt hier auch Sprossen, plattet sich dann aber mehr ab, um erst am lateralen Rande des Mesoblastfeldes wieder etwas höher, kubisch bis fast zylindrisch, zu werden; hier treten auch wieder niedrige Entodermsprossen auf. Im medialen Ende der Mesoblastplatten 6—8 interzelluläre Vakuolen, die jedoch kleiner sind, als im vorderen Teile der Hörner.

Bis zum 4. Sch. erheben sich die Gehirnhöcker als zwei nach oben und unten abgerundete, durch eine mediane Einschnürung getrennte, spindelförmige Verdickungen, unter welchen noch Mesoblast fehlt. Die mediane Chordaverdickung des Entoderms ist noch etwas stärker geworden.

Im 5. und 6. Sch. tritt jederseits unter der Ektodermverdickung der Gehirnhöcker der embryonale Mesoblast auf, welcher sich seitlich mit den bis dahin medial frei endigenden Mesoblastplatten in Verbindung setzt. Die Unterfläche der Gehirnanlage zeigt nun drei Konkavitäten. Die beiden grösseren seitlichen dienen zur Aufnahme der Mesoblastwülste und verursachen an der Oberfläche die noch flachen Gehirnhöcker, deren verdicktes Ektoderm sich seitlich schnell verjüngt. Die mittlere Konkavität sieht gegen das verdickte Chordaentoderm, sie entspricht der Lage nach der flachen Einsenkung zwischen den Gehirnhöckern.

Im 7. und 8. Sch. nehmen die Mesoblastwülste unter den Gehirnhöckern an Dicke zu; sie endigen medialwärts mit einer kleinen Spitze. Lateralwärts davon nur noch 3—4 kleine interzelluläre Vakuolen.

Bis zum 10. Sch. wächst die Höhe der Gehirnhöcker etwas. Die Spitzen der Mesoblastwülste legen sich dem Chordaentoderm dicht an.

Vom 12. Sch. ab besteht dann ein deutlicher Zusammenhang des Mesoblastes beiderseits mit dem Chordaentoderm, während letzteres unten seitlich mit dem Entoderm zusammenhängt. Der Zusammenhang wird vermittelt unter zungenförmiger Verschmälerung des medialen Mesoblastendes. An dieser Zusammenhangsstelle wurden

Mitosen beobachtet, deren Spindelachse parallel dem Mesoblaststreifen gestellt war, wenn auch Mitosen in dieser Gegend nicht so häufig zur Beobachtung kamen.

Im 3. Sch. davon war auf der einen Seite der Zusammenhang temporär gelöst, um im nächsten Schnitt wieder hergestellt zu werden.

Im 19. Sch. beginnt das Entoderm sich auf den Seitenrand des Chordaentoderms, welches noch den Charakter des hohen Zylinderepithels bewahrt, hinaufzuschieben. Dadurch entsteht zwischen den medialen Entodermenden eine schmale, kleine Chordarinne. Die Entodermenden bleiben dabei an ihrer Anheftungsstelle in innigem Zusammenhang mit der Chorda, seitlich davon zeigt sich aber zwischen Entoderm und Chordaenden resp. Übergangsstelle der Chorda in den Mesoblast ein feiner, deutlicher Spalt.

Im 21. Sch. beginnt der Mesoblast sich links, im 23. Sch. auch rechts abzuspalten. Die Chorda wird dünner, bandartig, die epitheliale Zusammensetzung ist nur noch in ihrem mittleren Teil deutlich.

Im 24. Sch. ist die Unterfläche der Chorda anscheinend vollständig von dem Entoderm unterwachsen. Die Entodermzellen ragen an ihrer Unterfläche etwas unregelmässig hervor und liegen ihr dicht an. Die epitheliale Anordnung der Chordazellen ist verwischt. Die medialen Mesoblastenden stossen wieder dicht an die Chorda. Die beiden über den Mesoblastwülsten befindlichen Ektodermerhebungen flachen sich mehr ab, während sich die dazwischen gelegene Rinne in diesen und den folgenden Schnitten verbreitert.

Die Chorda bleibt nun bis zum 45. Sch. dünn, bandartig, unter ihr und von ihr kaum unterscheidbar liegt das Entoderm. Seitlich sind die schmalen Mesoblastenden von ihr bald getrennt, bald stossen sie so dicht an sie an, dass sich oft nicht unterscheiden lässt, was davon Chorda, was Mesoblast ist.

Im 40. Sch. erscheint die Chorda noch immer sehr dünn, das dünne Entoderm ist ihrer Unterfläche dicht angelagert und nur mit Mühe abzugrenzen. Die Oberfläche der Chorda liegt dem Ektoderm dicht an, welches letztere über ihr breit muldenartig eingesunken ist. Seitlich stehen die zugespitzten medialen Enden der Mesoblastwülste wieder im Zusammenhang mit der Chorda. Die Mesoblastwülste sind dicker geworden, die Zellkerne beginnen, sich an ihrer Ober- und Unterfläche in einer Lage anzuordnen. Das Entoderm unter den Mesoblastwülsten ist sehr dünn, wird erst gegen den Rand des peripheren Mesoblastes dicker und setzt sich hier aus mehr kubischen Elementen zusammen.

Im 41. und 42. Sch. trennt sich auf der rechten Seite der Mesoblast von der Chorda.

Vom 45. Sch. ab ist der Mesoblast auf beiden Seiten von der Chorda abgespalten. Die letztere wird etwas dicker und gedrungener. Das Ektoderm bildet über ihr eine kleine, mittlere Erhebung, welche in der breiten Rückenfurche liegt und von den beiden seitlichen, über den Mesoblastwülsten gelegenen Ektodermerhebungen begrenzt wird.

Im 46. Sch. liegen die Mesoblastwülste der Chorda dicht an.

Im 47. Sch. ist wieder rechts und im 48. Sch. auf beiden Seiten die Trennung erfolgt.

Im 49. Sch. ist die Chorda, die vorher schon an Dicke zunahm, ziemlich gedrungen, fast halbkreisförmig; an ihrem oberen Rande haben sich die Kerne angesammelt, sodass die Chorda ein epithelähnliches Aussehen erhält. Entsprechend der Verbindungsfurche des Flächenbildes, die jetzt getroffen wird, vertieft sich neben der durch die Chorda bedingten Ektodermerhebung eine Einsenkung des Ektoderms.

Im 50. Sch. wird die Verbindungsfurche tiefer, sodass eine sehr bemerkbare Asymmetrie des Ektoderms entsteht. Die durch die Verbindungsfurche bedingte Einsenkung entspricht der Grenze zwischen Chorda und Mesoblast. Unter der Chorda beginnt sich das dünne Entoderm zu isolieren.

Im 51. und 52. Sch. ist die Chorda mehr dreieckig geworden. Das Entoderm erscheint ihrer Unterfläche wieder etwas mehr angeheftet. Von einem Kanallumen oder einer ein Lumen ausfüllenden Zellenmasse ist keine Spur zu sehen; die Chorda ist ganz kompakt. Ihre Form und die fast epitheliale Anordnung ihrer oberen Zellen deuten aber darauf hin, dass sich hier die Gegend des Kupfferschen Kanals ursprünglich befand. Die beiden Mesoblastwülste sind von der Chorda gut isoliert. In der Chorda in diesem und den Nachbarschnitten Mitosen.

Der 53. Sch. bietet ein eigentümliches Bild. An der Oberfläche ist nur die asymmetrische, tiefe Verbindungsfurche erhalten, die kleine der Chorda entsprechende Erhebung des Ektoderms ist verschwunden. Die Chorda, von ähnlicher Form und Grösse, wie in den beiden vorigen Schnitten, beginnt, sich breit mit den Mesoblastplatten in Verbindung zu setzen. Unter ihr liegt das dünne Entoderm ihrer Unterfläche dicht an, ist aber gut zu unterscheiden; von den Mesoblastwülsten daneben ist es isoliert.

Der nächste Sch. (54.) lässt die Zellenmasse der Chorda als solche zwar noch erkennen, diese Zellenmasse hängt aber jetzt nicht nur breit mit den Mesoblastplatten, sondern auch nach oben mit dem Ektoderm zusammen. Die asymmetrische Verbindungsfurche ist noch tiefer geworden. Das Entoderm ist der Unterfläche der Chordazellmasse noch angeheftet. Offenbar liegt hier die Gegend vor, in welcher der Urmundverschluss erfolgt ist und die Bildung der Primitivrinne sich nach hinten hin vorbereitet.

Im nächsten Sch. (55.) ist dann die Chordazellmasse nicht mehr zu unterscheiden. Statt ihrer treffen wir eine indifferente Zellenmasse, welche sich nach beiden Seiten als Mesoblastplatten fortsetzt und nach oben, links von der einschneidenden Furche, breit mit dem Ektoderm zusammenhängt. Wo dieser Zusammenhang statthat, ist die ursprüngliche hohe Zylinderepithelstreifung des Ektoderms sehr gut erhalten. Der Primitivstreif ist also schon zur Hälfte ausgebildet, aus der Verbindungsfurche wird die Primitivrinne. Das Entoderm ist in der Mittellinie noch locker angeheftet.

Im 56. Sch. hat sich der Primitivstreif vervollständigt: die indifferente Zellenmasse hängt gleichmässig zu beiden Seiten der sich verbreiternden Primitivrinne mit dem Ektoderm zusammen. Das Entoderm zieht noch darunter hinweg. Das Ektoderm seitlich vom Primitivstreif wird sehr dick und geht breit in das indifferente Primitivblastem über.

In den nächsten Sch. (57.—60.) verbreitert sich die Primitivrinne noch mehr. Die Seitenhöcker treten an der Unterfläche ein wenig hervor und werden durch eine flache Furche von einander geschieden. Das Primitivblastem ist ziemlich dick. An seiner Unterfläche ist das Entoderm inniger angeheftet.

Im 61. Sch. wird die Epithelstreifung in der Rinne genau in der Mittellinie durch einen schmalen Streif Ektoblastem unterbrochen, an dessen Oberfläche eine geringe Menge Detritus lagert. Das Ektoblastem ist aber von der Epithelstreifung nicht scharf abgesetzt.

In den folgenden beiden Sch. (62. und 63.) wird der Ektoblastemstreifen etwas breiter und grenzt sich von der Epithelstreifung der Seitenlippen durch eine nur wenig hervortretende Grenzfurche jederseits ab. Die Detritusauflagerung hat aufgehört. Das Entoderm ist in der Mittellinie von dem Ektoblastem abgesetzt, heftet sich aber der Unterfläche der nur wenig vorspringenden Seitenhöcker fester an.

Im 64. Sch. tritt an der Oberfläche der interlabialen Ektoblastenmasse eine schmale, flache, sekundäre Metastomrinne auf, welche bis zum 73. Sch. etwas an Tiefe gewinnt, während die Seitenhöcker sich ganz abflachen und die Gewebslagen immer dünner werden. Das Entoderm ist jetzt in ganzer Ausdehnung isoliert.

Vom 74. Sch. ab wird die Rinne schnell breiter, die Seitenwülste flachen sich sehr ab.

Vom 79. Sch. ab wird das Gewebe zwischen den niedrigen Seitenwülsten nur von einem dünnen Ekto- und Entoderm gebildet, zwischen welchen nur sehr wenige Mesoblastzellen liegen.

Im 81. Sch. ist das Ektoderm der Seitenwülste sehr dünn, einschichtig und hängt nur noch an einer kleinen medialen Stelle mit dem Mesoblast zusammen.

Im 84. Sch. löst sich auch dieser Zusammenhang, sodass nur noch eine geringfügige Verdickung des Ektoderms an Stelle der Seitenwülste besteht.

Im 87. Sch. verschwindet auch diese; nur eine ganz geringe Verdickung des Mesoblastes in den beiden nächsten Schnitten verrät die ursprüngliche Lage der beiden Seitenwülste. —

Am ganzen Rande des Mesoblasthofes von vorn nach hinten ist das einschichtige Entoderm leicht verdickt, setzt sich aus mehr kubischen Zellen zusammen und besitzt oft Sprossen von verschiedener Grösse, die ihren Inhalt

gegen den Mesoblast entleeren. Die Anfangsstadien der Hämangioblasten in Form 3—6kerniger Zellklumpen unter dem extraembryonalen Mesoblast seitlich und hinten schon vorhanden

Figur 110. (Vergr. 20.)

Ei gedrungen oval. Keimhof kreisrund, 15 mm im Durchmesser, dem stumpfen Eipol genähert. Der Embryo im Keimhof etwas exzentrisch, gegen den stumpfen Eipol hin gelegen, mit seiner Längsachse schräg zum längsten Eidurchmesser gestellt.

Die Gehirnhöcker treten als fast halbkugelige Erhebungen hervor und fassen eine deutliche Medullarfurche zwischen sich: vor ihnen eine spaltförmige, quere Einsenkung. Die noch breite Rückenfurche geht hinten geradlinig in die mediane Verbindungsfurche, die Primitivrinne und Metastomrinne über. Im Anfang der letzteren ist ein kleiner, schmaler Metastompfropf sichtbar. Auch zwischen den nach hinten divergierenden Seitenwülsten eine leichte Erhebung. Von der Vorderlippe und der äusseren Mündung eines Kupfferschen Kanals ist keine Spur mehr zu sehen.

Die Mesoblasthörner sind vorn schon geschlossen: zwischen ihrem hinteren Rande und dem Embryo das mesoblastfreie, halbmondförmige Proamniosfeld.

Die Unterseite ist flach. Die Seitenhöcker etwas abgeflacht und länglich, durch eine seichte Furche noch von einander getrennt. Der Einsenkung des vorderen Randes der Gehirnhöcker entspricht ein querer Wulst. Von der unteren Ausmündung eines Kupfferschen Kanals ist keine Spur mehr vorhanden.

Der Embryo wurde der Quere nach geschnitten.

In den unter sich verschmolzenen Mesoblasthörnern des 4 mm langen Mesoblasthofes mehrere interzelluläre Spalten. Unter dem vorderen Rande des Mesoblastes zahlreiche grössere und kleinere Entoblastsprossen.

Das mesoblastfreie Feld schmal, Ektoderm und Entoderm in ihm gegen den Embryo hin nur wenig verdickt, das Entoderm noch ein wenig mehr, als das Ektoderm.

Im Grunde der vorderen Einsenkung reiht sich an die mediane Ektodermverdickung der Anschnitt durch die vorderen Enden der Gehirnhöcker an, welche als abgerundete, kompakte, durch eine mediane Rinne von einander getrennte Ektodermhöcker in die Erscheinung treten. Das mediane Entoderm ist zu einem hohen chordalen Zylinderepithel verdickt. Der mit zahlreichen interzellulären Vakuolen durchsetzte Mesoblast reicht jederseits bis an den Seitenrand der Gehirnhöcker.

Im 2. Sch. davon n. h. taucht jederseits unter der in die Erscheinung tretenden Wölbung der Gehirnhöcker Mesoblast auf, welcher auf der linken Seite isoliert ist, auf der rechten Seite aber durch eine dünne Brücke mit dem seitlichen Mesoblast in Verbindung steht. Die medialen Mesoblastspitzen sind frei. Im 3. Sch. stellt sich die Verbindung auch auf der linken Seite her.

Im 4. Sch. ist der Mesoblast unter den höher werdenden Gehirnhöckern schon ansehnlicher. Seine medialen Spitzen sind jetzt nicht frei, sondern stossen an das Zylinderepithel des Chordaentoblastes und scheinen sich damit in Verbindung zu setzen; wenigstens lassen sie sich optisch nicht davon abgrenzen.

Im 5. Sch. isoliert sich links wieder die Mesoblastspitze, während sie rechts noch im Zusammenhang mit dem Chordaentoblast bleibt. In den unter dem Gehirnhöcker befindlichen Mesoblast rückt jetzt ein grösserer interzellulärer Spalt hinein, welcher sich in den vorigen Schnitten am Rande der Gehirnhöcker im seitlichen Mesoblast gebildet hatte.

Im 9. - 13. Sch. sind die Gehirnhöcker höher, die Medullarfurche dazwischen tiefer, und der embryonale Mesoblast dicker geworden; aus dem letzteren ist die Coelomspalte wieder lateralwärts zurückgewichen. In dem extraembryonalen Mesoblast zahlreiche meist kleinere, interzelluläre Vakuolen. Das Chordaentoderm ist in der Mittellinie gegenüber der Medullarfurche verdickt, lateralwärts davon verdünnt es sich ein wenig, um dann unter dem Seitenrande der Gehirnhöcker zu einem hohen, mit vereinzelten Sprossen versehenen Zylinderepithel anzuschwellen. Die zugeschärften medialen Enden des embryonalen Mesoblastes sind von dem Chordaentoderm nicht abzugrenzen, gehen anscheinend auf beiden Seiten in das Entoderm über.

Im 18. Sch. beginnt die Unterwachsung der Chorda durch das Entoderm, welches sich von den Seiten her in etwas unregelmässiger Weise über die Chordaunterfläche wegschiebt.

Im 22. Sch. ist die Unterwachsung vollendet. Die Chorda ist unscheinbar platt, vom Mesoderm optisch nicht deutlich abgrenzbar. Die Gehirnhöcker flachen sich ab, die Furche zwischen ihnen wird breit.

Vom 25. Sch. ab sind die medialen Mesoblastenden von der Chorda abgesetzt, das dünne Entoderm ist fest mit der Chordaunterfläche verbunden. Bisweilen liegen die Mesoblastenden allerdings wieder den dünnen Chordaenden so dicht an, dass die Entscheidung nicht möglich ist, ob ein Zusammenhang besteht oder nicht.

Vom 28. Sch. ab flachen sich die Ektodermerhebungen und die Furche dazwischen mehr und mehr ab, entsprechend der breiten Rückenfurche des Flächenbildes. Die Mesoblastwülste verdicken sich, ihre Zellkerne ordnen sich zum Teil in der Nähe des oberen Mesoblastrandes an.

Vom 25. Sch. ab wird die vorher dünne Chorda wieder etwas dicker, in ihr kamen Mitosen zur Beobachtung. Das Entoderm ist ihrer Unterfläche noch dicht angelagert. Seitlich in dem extraembryonalen Mesoblast mehrere kleine interzelluläre Vakuolen.

Im 49. Sch. beginnen die oberen Zellen der Chorda, sich epithelartig zusammenzustellen, eine Anordnung, welche an die ursprüngliche Anlage der Chorda im „Urdarm“ als hohes Zylinderepithel erinnert. Die Zellen der unteren Teile behalten jedoch ihre unregelmässige Zusammenlagerung. Unter der Chorda häufen sich die mit der Unterfläche der Chorda verbundenen Entodermzellen in einigen Schnitten ein wenig. Die bis dahin sehr breite Rückenfurche verschmälert und vertieft sich. Die Vertiefung, die Verbindungsfurche des Flächenbildes, wird etwas asymmetrisch und schneidet als winkeliger Ektodermvorsprung gegen die linke Grenze zwischen Chorda und Mesoblast etwas ein.

Im 52. Sch. ist die Chorda eine ansehnliche, gegen das Ektoderm abgerundete, hohe Zellenmasse, welche nach rechts von der Verbindungsfurche liegt. Auch in diesem Chordaquerschnitt mehrere Mitosen.

Im nächsten (53.) Sch. ist dann die Chordaabgrenzung plötzlich ganz verschwunden. Statt dessen haben wir unter dem noch scharf abgesetzten Ektoderm eine einheitliche, indifferente, mit zahlreichen Mitosen versehene Zellenmasse, welche kontinuierlich von rechts nach links hinübergeht und in der Mittellinie am dünnsten ist. Das Entoderm lässt sich von ihr nicht abgrenzen, wie es überhaupt in diesem Embryo auch unter dem Mesoblast oft nicht deutlich erkennbar ist. Dieser Schnitt ähnelt hierin der Textfig. 42c auf Seite 156, nur ist in dieser Figur die Rinne viel tiefer und enger.

Im folgenden Sch. (54.) wurde die Grenze zwischen dem rechts von der Rinne gelegenen Ektoderm und dem darunter befindlichen indifferenten Gewebe undeutlich. Hier beginnt also der Primitivstreif, hier liegt der Übergang der Verbindungsfurche in die Primitivrinne, welche noch flach und breit, fast rechtwinklig erscheint.

Im 55. Sch. wird an einer Stelle auch auf der linken Seite die ektodermatische Abgrenzung verwischt. Die Zellen der mittleren, unter der Primitivrinne gelegenen Partie des indifferenten Gewebes ballen sich ein wenig zusammen, sodass merkwürdigerweise in diesem Schnitt wieder die Abgrenzung der Chordaanlage etwas deutlicher wird: auch in dieser mittleren Zellmasse Mitosen.

Im 56. Sch. ist die mediane Zusammenballung der Zellmassen wieder verschwunden. Die Abgrenzung des Ektoderms besteht nur noch unter der Primitivrinne und asymmetrisch eine kurze Strecke links davon.

Im 57. Sch. ist das Primitivblastem des Primitivstreifens in ganzer Breite hergestellt. Die Grenze des Ektoderms ist auch in der Mittellinie verschwunden, die mit sehr deutlicher Zylinderepithelstreifung versehene, oberflächliche Zellenlage geht kontinuierlich ohne jede erkennbare Grenze in das darunter gelegene gleichförmig indifferente Gewebe über. Die Primitivrinne ist etwas tiefer und schmaler geworden. Die die Primitivrinne begrenzenden Primitivlippenhöcker springen an der Oberfläche als gleich grosse, fast halbkugelige Vorsprünge vor, an deren lateraler Seite erst wieder die Trennung in Ektoderm und Mesoblast beginnt. An der ziemlich ebenen Unterfläche des Primitivstreifens ist das Entoderm nicht zu unterscheiden.

Der 58. Sch. gleicht ganz dem vorigen.

Im 59. Sch. verbreitert sich die Primitivrinne, in ihrem Grunde bleibt die Epithelstreifung des Primitivblastems deutlich. Die Unterfläche der dicker gewordenen Primitivlippen springt ein wenig vor. Denkt man sich die Primitivrinne der Textfig. 42d breiter und etwas flacher und die Primitivlippenhöcker etwas mehr abgerundet, so erhält man das Querschnittsbild dieses Schnittes.

Der folgende (60.) Sch. unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, dass die Epithelstreifung der Oberfläche in der Mittellinie plötzlich unterbrochen ist durch einen schmalen Streifen von Ektoblastem, von welchem sich die mit Epithelstreifung versehenen Lippen scharf absetzen. Die Abgrenzung des Ektoblastems ist aber nur an der Oberfläche vorhanden, nach unten geht es kontinuierlich in das indifferente Gewebe über. Seine Oberfläche ist rauh, ein Kern liegt anscheinend ganz nackt zu Tage, darüber etwas Detritus. In diesem Schnitt befindet sich mithin die hintere Grenze der Primitivrinne (und damit des Primitivstreifens), welche sich in reiner Ausbildung nur auf drei Querschnitte (57—59) ausdehnt.

Im nächsten (61.) Sch. ist die Detritusmasse noch vorhanden und verursacht im Flächenbild den kleinen in der Metastomrinne steckenden Pfropf.

Der 62. Sch. lässt Pfropf und Detritus vermissen. Den Grund der kleinen, flachen Metastomrinne bildet in der Mittellinie eine glatte Ektoblastemmasse, von der sich nur rechts der Epithelwulst der Lippe deutlich absetzt, während links ein allmählicher Übergang stattfindet.

In den folgenden Schnitten zieht sich an den Seitenwülsten die deutliche Epithelstreifung mehr und mehr lateralwärts zurück, sodass die die Metastomrinne begrenzenden Wülste den Charakter des Ektoblastems annehmen. Die Metastomrinne vertieft und verbreitert sich vom 63. Sch. ab, während sich ihr von Ektoblastem gebildeter Grund in Form eines kleinen dreieckigen Vorsprunges erhebt, ähnlich der Textfig. 41b und c auf Seite 153. Dieser Vorsprung repräsentiert schliesslich den kleinen interlabialen Höcker, welcher im Flächenbilde zwischen den nach hinten divergierenden Seitenwülsten auftaucht.

Im 73. Sch. verschwindet die immer flacher gewordene Erhebung ganz. Die interlabiale Ektoblastemschicht wird dünner, das Entoderm darunter deutlich unterscheidbar. Die Seitenwülste rücken immer weiter auseinander, werden kleiner und hören schliesslich im 86. Sch. ganz auf. —

Am vorderen und seitlichen Rande des Mesoblastfeldes Entoblastsprossen; hier und da Übergang von Rundzellen in den Mesoblast. Seitlich und hinten schon deutlich 5—20kernige Hämangioblasten, hinten sind sie am grössten, in ihnen oft Mitosen. In dem Gerinnsel der Subgerminalhöhle zahlreiche Entoblastzellen, meist zu Gruppen und Strängen vereinigt, oft mit zahlreichen, grossen Dottereinlagerungen und Zackenkernen; doch lassen sich in vielen mit Dotter gefüllten Zellen Kerne nicht auffinden. Hier und da wurden in ihnen auch intensiver gefärbte Chromatinbröckel gefunden, die auch isoliert zur Beobachtung kamen. Die Grenze des unter der Subgerminalhöhle befindlichen Dotters gegen den Liquor nutritivus hin verwischt, der Dotter sehr unregelmässig; in ihm konnten nur wenige Male kleine, unregelmässige Periblastkerne gesehen werden.

Figur 111. (Vergr. 20.)

(Vgl. auch die Unterseite der Embryos in Fig. 144 auf Taf. VI.)

Ei gedrungen oval. Keimhof kreisrund, 16 mm im Durchmesser. Embryo als kleiner, weisser Fleck nicht ganz in der Mitte des Keimhofes mit seiner Längsachse senkrecht zum Längendurchmesser des Eies gestellt, umgeben von einem besonders in seiner vorderen und seitlichen Begrenzung deutlichen Mesoblasthof; hier mehrfach Entoblastauflagerungen.

An der Oberfläche bilden die Gehirnhöcker zwei deutliche, flache Erhebungen, welche durch eine tiefere, schmale Furche von einander getrennt werden. Vorn beginnen sie in die Tiefe einzudringen und verursachen dadurch eine deutliche quere Einsenkung. Die Rückenfurche ist noch breit muldenartig, aus ihr führt hinten die etwas asymmetrisch nach links verschobene Verbindungsfurche in die Primitivrinne und die Metastomrinne über. Im vorderen Teile der letzteren, welche noch breit ist, erhebt sich eine hohe, vorn etwas angeschwollene Metastom-

leiste, welche die ganze Metastomrinne der Länge nach durchsetzt und nach hinten hin noch eine Strecke überragt, um sich hier abzuflachen und zu verlieren. Rechts neben ihrem hinteren Teile sieht man noch eine zweite kleinere, schmalere und kürzere Leiste. Vorderlippe und äussere Kanalöffnung nicht mehr vorhanden.

Die vorderen Mesoblasthörner haben sich vorn noch nicht vereinigt.

Die Unterseite dieses Embryos führt Fig. 141 auf Taf. VI bei gleicher Vergrösserung vor. Die ganze Embryonalanlage ist an der Unterseite sehr flach. Der vordere Querwulst, dessen mittlerer Teil ein wenig mehr als der seitliche vorragt, entspricht den in die Tiefe wachsenden, vorderen Rändern der Gehirnhöcker. Die Seitenhöcker sind etwas länglich, ragen nicht mehr so stark, wie in den Figuren der vorigen Tafel, hervor und werden durch eine flache, mediane Furche, an welche sich nach vorn die Chordarinne anschliesst, von einander getrennt. Von einer unteren Kanalöffnung ist keine Spur mehr vorhanden. Ziemlich das gleiche Bild geben auch die Unterflächen der folgenden Embryonen bis Fig. 116, nur der vordere Querwulst tritt mehr oder weniger hervor, je nach dem verschiedenen Grade der Einsenkung der Gehirnhöcker.

Mesoblasthof von derselben Ausdehnung wie in voriger Figur.

Auch in der Querschnittserie bleiben die vorderen Mesoblasthörner noch durch eine breitere, mesoblastfreie Strecke von einander getrennt. Zwischen den vordersten Rändern der Mesoblasthörner ist das einschichtige Ektoderm sehr dünn, das darunter gelegene Entoderm aber dick und unregelmässig. Besonders unter den vorderen Rändern der Mesoblasthörner erscheint das Entoderm sehr dick, wie geschichtet und mit zahlreichen Sprossen und unregelmässigen Anhängen versehen. Hier und da ist auch ein Übertritt von Zellen aus dem Entoderm in den Mesoblast zu erkennen. In den vorderen Mesoblasthörnern treten schon grössere, interzelluläre Spalten auf, die ersten Anfänge des Exocoeloms.

In den Schnitten gegen die Gehirnhöcker hin wird das Ektoderm des Proamniosfeldes allmählich etwas dicker, ebenso das Entoderm regelmässiger. Eine mediane Verdickung der beiden Keimblätter unterbleibt aber bei diesem Embryo, sodass auch in seinem Oberflächenbilde keine halbmondförmige, weissliche Stelle auftritt, wie z. B. in Fig. 112 und 113. Die interzellulären Spalträume am medialen Rande der Mesoblasthörner fliessen zu einem grösseren Hohlraume zusammen.

Alsdann folgen die Querschnitte, welche die Wandungen der Einsenkung vor den Gehirnhöckern treffen; in ihrem der Fläche nach getroffenen Epithel sind die zahlreichen Mitosen bemerkenswert.

Der Querschnitt, welcher genau durch den Grund der Einsenkungsspalte gegangen ist, zeigt eine mediane Verdickung des Ektoderms und darunter eine kleine, mediane, chordale Entodermverdickung, welche aus einschichtigem, hohem Zylinderepithel besteht. Das Entoderm seitlich davon ist im ganzen Bereiche der Mesoblastflügel relativ hoch, kubisch, mit zahlreichen Sprossen und Anhängen versehen.

In den beiden nächsten Schnitten wird die mediane Ektodermverdickung grösser; im darauffolgenden Sch. treten dann seitlich davon die beiden abgerundeten Anschnitte der Gehirnhöcker auf. Von diesem Schnitt ab soll wieder gezählt werden.

In den folgenden zwei Schnitten verdickt sich das Ektoderm der Gehirnanlage.

Im 3. Sch. tritt unter den Ektodermwölbungen der Gehirnhöcker der embryonale Mesoblast auf, welcher rechts schon in Verbindung steht mit dem seitlichen Mesoblast; im 4. Sch. erfolgt die Verbindung auch links. Die chordale Entodermverdickung ist höher und breiter geworden und setzt sich allmählich in ein hohes, zylindrisches Entoderm lateralwärts fort, welches sich bis unter die medialen Mesoblastenden erstreckt. Soweit sich dieses hohe Zylinderepithel ausdehnt, ist die Entodermunterfläche glatt; die unregelmässigen Entodermanhänge wandern mehr lateralwärts.

Bis zum 15. Sch. bleiben die zugespitzten medialen Enden der embryonalen Mesoblastwülste isoliert. Das Ektoderm der Gehirnanlagen wird beträchtlich dick und verjüngt sich erst lateralwärts allmählich.

Erst im 16. Sch. tritt auf der rechten Seite ein deutlicher Zusammenhang des medialen Mesoblastrandes mit der Chorda ein. Lateral im Beginn des extraembryonalen Mesoblastes sind nur noch wenige kleine, interzelluläre Vakuolen, auf der einen Seite etwas mehr, als auf der anderen.

Vom 17. Sch. ab lassen sich die medialen Mesoblastenden auf beiden Seiten nicht mehr vom Seitenrande des Chordaentoderms abgrenzen. Lateralwärts von der etwas gedrungenen, aus hohem Zylinderepithel bestehenden Chordaanlage wird das Entoderm ein wenig dünner. Die an die Chorda unmittelbar anstossenden und damit direkt zusammenhängenden Epithelzellen des Entoderms nehmen eine schräg nach unten und medianwärts gehende Richtung an.

Während im 19. Sch. der Zusammenhang auf beiden Seiten noch sehr deutlich ist, erscheinen die Mesoblastenden im 20. Sch. auf beiden Seiten frei. In den an die Chorda anstossenden entodermatischen Zylinderzellen Mitosen mit horizontal gerichteter Spindel, in den benachbarten Sch. auch in dem Chordaepithel selbst.

Im 21.—25. Sch. scheinen sich die Mesoblastenden wieder mit der Chorda vereinigt zu haben.

Im 23. Sch. ist rechts das Mesoblastende wieder abgespalten. Die Schnitte gehen jetzt durch die flache Rückenfurche.

Im 25. Sch. beginnen sich die seitlich neben der Chorda gelegenen Entodermzellen auf die Unterfläche der Chordaanlage vorzuschieben. Ein trennender Spalt ist nicht zu sehen, das Vorwärtsdringen geschieht vielmehr durch Zellwucherung: rechts und links befinden sich an dieser Stelle des Schnittes mehrere Mitosen (im ganzen 7!) mit, so weit sich erkennen lässt, horizontal gestellter Spindelachse. Die Chorda verliert jetzt ihren epithelialen Charakter.

Im 26. Sch. scheint die Chorda vom Entoderm schon ganz unterwachsen. Breiter Zusammenhang zwischen Chorda und Mesoblastenden. Hier Mitose mit horizontaler Spindelachse.

Im 27.—29. Sch. wird die Unterwachsung wieder etwas unregelmässig; Entodermzellen häufen sich z. T. unter der Chorda ein wenig an und lassen Lücken zwischen sich. Mehrere Mitosen in diesen Entodermzellen. Die Mesoblastenden sind bald von der Chorda deutlich getrennt, bald damit im Zusammenhang.

Im 30. Sch. ist die Unterwachsung vollendet und regelmässig; das Entoderm ist an der Unterfläche der Chorda als einfache Zelllage unterscheidbar und liegt der dünnen, bandartigen Chorda dicht an. Das Mesoblastende ist rechts deutlich von der Chorda getrennt.

Im 31. Sch. sind die Mesoblastenden wieder nicht von der Chorda abzugrenzen. Das seitlich von der Chorda gelegene Entoderm ist jetzt dünner, besonders lateral von den Mesoblastwülsten, und erhöht sich erst wieder gegen den Rand des Mesoblastfeldes hin zu einem etwas unregelmässigen, kubischen Epithel.

Vom 33. Sch. ab sind die Mesoblastenden von der Chorda meist deutlich abgespalten, bisweilen ist die Abspaltung hier und da aber noch nicht deutlich. Die Zellen des Entoderms neben der Chorda besitzen pseudopodienartige, gegen den Liquor nutritivus ausgestreckte Fortsätze.

Im 44. Sch. häufen sich die Entodermzellen unter der Chorda kielartig etwas an. Die Chorda beginnt, ein wenig dicker zu werden und eine abgerundete, obere Fläche zu erhalten, die von einem entsprechenden Einschnitt des Ektoderms aufgenommen wird. Dieser Einschnitt markiert sich an der Oberfläche des dicken Ektoderms als mediane, flache Erhebung, welche in der breiten Rinne zwischen den beiden niedrigen Ektodermhügeln liegt, die durch die seitlichen Mesoblastwülste bedingt werden. Der Zusammenhang zwischen Chorda und untergelagertem Entoderm ist so eng, dass eine Grenze nicht gesehen werden kann, und beide eine Zellenmasse zu bilden scheinen.

Vom 46. Sch. ab erscheint die Verbindungsfurche als tiefere, asymmetrische Einsenkung des Ektoderms gegen die Grenze zwischen Chorda und Mesoblast hin auf der rechten Seite (im mikroskopischen Bilde umgekehrt wie im Flächenbilde).

Im 48. und 49. Sch. wird links die Grenze zwischen Chorda und Mesoblastwulst undeutlich, beide bilden eine zusammenhängende Masse. Die Verbindungsfurche wird tiefer, bleibt aber asymmetrisch.

Im 50. Sch. ist links von der Verbindungsfurche die Grenze zwischen Ektoderm und der genannten indifferenten Zellenmasse verschwunden, auf der linken Seite ist also das Primitivblastem fertig. Rechts dagegen ist der Mesoblast vom Ektoderm und der ehemaligen Chorda noch deutlich geschieden.

Im 51. Sch. ist auch der rechte Mesoblastwulst mit der ehemaligen Chorda verschmolzen, sodass sich unter dem Ektoderm nur eine von rechts nach links durchgehende indifferente Zellenmasse befindet, welche sich im Bereiche des Embryos nur rechts noch von dem Ektoderm abgrenzt. Das Entoderm ist lateral unter den ehemaligen Mesoblastwülsten deutlich isoliert, nicht aber unter der medianen Zellenpartie.

Im folgenden (52.) Sch. geht auch auf der rechten Seite das Ektoderm kontinuierlich in die darunter gelegene indifferente Zellenmasse über, sodass der Primitivstreifen vollständig ist, und die Rinne die Primitivrinne repräsentiert; die letztere ist median gerückt, sodass die Symmetrie wieder hergestellt wird. Dieser Status bleibt bis zum 56. Sch.

Textfig. 40a auf Seite 152 stellt den 56. Quersch. dar. Die Primitivrinne ist breit und relativ flach. Die Seitenhöcker der Unterfläche treten wenig hervor.

In den folgenden (57.) Sch. fällt der Anschnitt des vordersten Endes der Metastomleiste, der sich durch einen schmalen Stiel in der Mittellinie mit dem indifferenten Gewebe in Verbindung setzt, sodass an dieser Stelle die hohe Epithelstreifung des Primitivblastems unterbrochen wird. Die Primitivrinne erreicht also hier ihren Abschluss.

In den beiden folgenden (58. und 59.) Sch. sitzt der knopfförmige Querschnitt der Metastomleiste schon mit breiterer Basis dem Grunde der Rinne auf. Die Epithelstreifung erstreckt sich bis unmittelbar an diese Stelle. Es macht den Eindruck, als ob der vordere Teil der Metastomleiste durch mediales Vordringen der Epithelstreifung zur Abschnürung gebracht wird.

Textfig. 40b stellt den 60. Sch. dar. Die Differenzierung der Epithelstreifung und die medialwärts konvexe Umbiegung der Zellmasse der Wülste ist sehr deutlich. In den sich umbiegenden Zellwülsten sind Mitosen mit vertikaler oder schräger Spindelachse, in den unteren, davon abgehenden Mesoblaststreifen Mitosen mit horizontaler Spindelachse in diesen und den Nachbarschnitten häufig. Die Seitenhöcker springen an der Unterfläche als zwei abgerundete Vorsprünge vor.

Textfig. 40c auf Seite 152 ist 3 Sch. (63. Sch.) dahinter gefallen. Die Epithelstreifung tritt lateralwärts etwas zurück. Der mediale Teil der Wülste nimmt mehr ektoblastematischen Charakter an. Das Entoderm ist an der Unterfläche isoliert zu unterscheiden.

Im 64. Sch. taucht die kleine Metastomleiste auf, welche ebenso wie die grosse ganz aus Ektoblastem besteht. In der grossen Metastomleiste Mitosen.

Textfig. 40d veranschaulicht den 65. Quersch. mit den Querschnitten der beiden Metastomleisten.

Im 71. Sch. verliert sich die kleine Leiste. Die Metastomrinne wird breiter, die Seitenwülste verdünnen sich.

In den folgenden Sch. wird die übrig gebliebene Metastomleiste zu einem kleinen Knopf, in welchem trotz seiner Kleinheit aber noch Mitosen beobachtet werden. Er erscheint als einfache, kleine Verdickung des Ektoderms, welches sich zwischen den Wülsten etwas differenziert.

Im 74. Sch. ist der eine Seitenwulst verschwunden und wird nur noch durch eine leichte Verdickung des Ektoderms und Mesoderms angedeutet; an einer Stelle ist dabei der Zusammenhang zwischen den beiden Keimblättern erhalten. Auch im Flächenbilde sind die beiden Seitenwülste ungleich lang.

Im 77. Sch. ist die letzte Spur der knopfartigen Metastomleiste verschwunden. Man kann im Zweifel sein, ob der Knopf nicht vielmehr bis zuletzt vom Ektoblastem gebildet wurde, da seiner Unterfläche in den letzten Schnitten meist einige Mesoblastzellen anlagerten. Das Entoderm ist entsprechend der ursprünglichen interlabialen Gegend dünner, verdickt sich aber lateral sehr bald zu einem kubischen Epithel.

Im 82. Sch. verschwindet auch der andere Seitenhöcker, von jetzt ab sind nur dünnes Ektoderm, Mesoblast und Entoderm vorhanden. Die Abgrenzung der Schichten wird nach hinten hin undeutlich, am deutlichsten ist noch das Entoderm unterscheidbar. —

Am Rande des Mesoblastfeldes vorn und seitlich vereinzelte Sprossen des verdickten Entoderms, hier und da auch ein Übertritt von Rundzellen in den Mesoblast zu sehen. Hämangioblasten sind zahlreich vorhanden und besonders hinten schon ziemlich gross mit über 20 Kernen; in ihnen oft Mitosen. Vorn und seitlich auch häufig Übergangsformen von den Rundzellen zu Hämangioblasten.

Figur 112. (Vergr. 30.)

Ei rundlich; Keimhof kreisrund, 14 mm im Durchmesser, in seiner Mitte der etwas schräg zur Längsachse des Eies gestellte Embryo. Der Embryo ist von einem deutlichen Mesoblastfelde umgeben, dessen Vorderrande an der Unterseite zahlreiche Entodermmassen anlagerten.

Die Gehirnhöcker beginnen, als abgerundete, flache Erhebungen eben hervorzutreten, die Medullarfurche zwischen ihnen nur flach. Die Rückenfurche sehr flach, muldenartig. Die Vorderlippe des Blastoporus ist zwar sehr klein und schmal, springt aber noch deutlich mit freiem Rande nach hinten vor. Ihr entspricht ein kleiner, nach vorn sich verlängernder Wulst, neben welchem zwei Rinnen ziemlich symmetrisch von der Rückenfurche nach der Metastomrinne hin verlaufen. Hinter der Vorderlippe ist mit der Lupe eine perforierende, kleine Öffnung zu sehen, welche wie ein Nadelstich aussieht und direkt nach der Unterseite durchgeht; sie ist das Metastom. Nach hinten schliesst sich eine breite Metastomrinne an, in welcher von dem Metastom ab eine breite, sehr auffällige Metastomleiste nach hinten verläuft; hinten überschreitet die Leiste den Bereich der Rinne schwanzartig beträchtlich. Ein paar Grenzfurchen sind vorn an den Seitenwülsten angedeutet.

Die vorderen Mesoblasthörner sind breit und der medianen Verwachsung nahe. Sie umschliessen das mesoblastfreie Proamniosfeld, in dessen hinterem Abschnitt vor der Gehirnanlage ein deutlicher, weisslicher Halbmond erscheint.

Die Unterseite zeigt ein ähnliches Bild wie Fig. 144 auf Taf. VI, nur tritt der vordere Querwulst noch nicht so stark hervor. Ferner sieht man mit einer guten Lupe hinten zwischen den Seitenhöckern die feine, untere Öffnung des Metastoms.

Mesoblasthof wie in voriger Figur.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten. Wir gehen wieder von dem Schnitt aus, welcher durch die Vorderlippe als Medianschnitt gefallen ist. Textfig. 34a auf Seite 143 bildet ihn ab.

Wir sehen, dass das Metastom in der Richtung von vorn nach hinten ziemlich lang ist und weit klafft; es stellt ein direkt von oben in die Subgerminalhöhle gehendes Loch dar. In ihm liegt etwas Detritus mit einem Kernrest. Die umgebenden Flächen, auch die ganze Oberfläche der Metastomleiste, sind aber glatt, sodass nicht festgestellt werden kann, woher der Detritus stammt. In diesem Falle kommt er wohl, wie mir sehr wahrscheinlich ist, aus der Subgerminalhöhle.

Die vordere Begrenzung bildet der freie Rand der Vorderlippe, in welchem das Schildepithel direkt in die Chordaanlage nach unten und vorn umbiegt. Das Schildepithel ist am Vorderlippenrande dünner als weiter nach vorn. Auch die Chordaanlage wird vorn etwas dicker. In ihrer hinteren Hälfte ist eine epitheliale Zusammensetzung nicht zu erkennen, sie ist hier bis in die Nähe des Hinterrandes der Vorderlippe schon von dem Entoderm unterwachsen, dessen Zellen sich von der Unterfläche der Chorda aber optisch nicht abgrenzen lassen. In der vorderen Hälfte geht die Chorda direkt in das aus hohem Zylinderepithel bestehende Chordaentoderm über.

Die spätere Proamniosfalte kündigt sich als leichte Erhebung an. Auf sie setzen sich geringe Verdickungen des Ekto- und Entoderms fort, welche sich ziemlich gleich weit nach vorn erstrecken und den oben erwähnten weisslichen Halbmond verursachen.

Hinter dem Metastom liegt der Medianschnitt durch die lange Metastomleiste, welche fast ihrer ganzen Länge nach getroffen ist. Sie besteht der ganzen Länge nach aus Ektoblastem. Unter ihr ist das Entoderm zu erkennen, welches sich an die vorderste Spitze des interlabialen Gewebes anheftet. Erst hinter der Metastomleiste sind die drei Keimblätter isoliert.

Vor dem Proamniosfelde liegt eine geringe Menge von Mesoblast, der Anschnitt der sich vereinigenden Mesoblasthörner.

In dem Vorderlippenrande sind mehrere Mitosen, auch solche mit parallel der Oberfläche gerichteter Spindelachse. Auch in der Chorda befinden sich mehrere Mitosen mit parallel zur Oberfläche gerichteter Spindel.

Im ersten Sch. nach rechts von dem vorigen Sch. ist das Metastomloch zwar noch durchgängig, aber nicht mehr so weit, da sich das Entoderm schon zum Verschluss vordrängt.

Dieser Verschluss ist im ersten Sch. n. l. perfekt geworden, wie Textfig. 34b auf Seite 143 zeigt; der zuerst beschriebene Schnitt entspricht also nicht ganz genau der Medianebene. Das Ektoblastem ist zu einer feinen

Zunge ausgezogen, welche sich an die Unterfläche der Vorderlippe anheftet; in dem Ektoblastem mehrere Mitosen mit horizontal gestellter Spindel. Unter dem Ektoblastem setzt sich das Entoderm nach vorn hin fort, um mit der Unterfläche der Chordaanlage zu verschmelzen. Die epitheliale Vorderlippe springt noch frei nach hinten vor und begrenzt die jetzt blind endigende, äussere, trichterförmige Metastomöffnung.

Der 2. Sch. n. r. gibt das gleiche Bild.

Im 2. Sch. n. l. ist dieser Trichter zur Hälfte geschlossen, Vorder- und Seitenlippen beginnen, miteinander zu verwachsen, der Anschnitt der Seitenlippe erscheint. In der Nachbarschaft reichlich Mitosen.

Im 3. und 4. Sch. (Textfig. 34 e auf Seite 143) sind Vorder- und Seitenlippen breit miteinander in Verbindung getreten. Die ursprüngliche Blastoporusgegend wird nur noch durch eine flache Einsenkung angedeutet, in welche hinein sich die Epithelstreifung fortsetzt. An der Unterfläche der Chorda erstreckt sich das unterscheidbare Entoderm weiter nach vorn. Das Schildepithel wird vorn entsprechend der Anlage der Gehirnhöcker etwas höher.

Im nächsten (5.) Sch. ist das dünne Entoderm bis fast ganz nach vorn isoliert abzugrenzen. Die Abgrenzung der Chorda von dem anstossenden seitlichen Mesoblast ist in diesem Längsschnitte nicht möglich, doch muss in diesen oder einen der vorigen wohl die Grenze fallen.

Im 6. Sch. zieht das Entoderm von hinten nach vorn kontinuierlich fort, indem es vorn in hohes Zylinderepithel übergeht. Vorn endigt jetzt der hier etwas verdickte Mesoblast mit leichter Zuschärfung frei zwischen Ekto- und Entoderm, während er hinten kontinuierlich in das indifferente Keimgewebe übergeht. Hier hinten führt der Schnitt jetzt durch die flachen Seitenhöcker. An der Oberfläche ist die Blastoporusgegend als ganz flache Einsenkung kaum noch zu erkennen. Der vordere Teil des Keimgewebes der Seitenhöcker erscheint kompakter, der hintere in seinem Zellengefüge mehr locker, doch ist der Unterschied noch nicht gross. Im vorderen kompakten Teil zahlreiche Mitosen mit vertikal oder schräg nach vorn gestellter Spindelachse. An der Unterfläche der Seitenhöcker kann das Entoderm nicht deutlich abgegrenzt werden.

Vom 7. Sch. ab ist die den Blastoporus andeutende Einsenkung völlig verschwunden. Das vordere verdickte Ende des Mesoblastes endigt frei, sodass zwischen Ekto- und Entoderm ein anfangs langer Mesoblaststreifen liegt, welcher aber bald an Länge abnimmt. In dem isolierten Querschnitt durch das Mesoblasthorn mehrere interzelluläre Vakuolen. Am Aussenrande des Mesoblasthornes grössere Entodermsprossen. Im vorderen verdickten Ende des seitlichen Mesoblastes häufig Mitosen mit parallel der Oberfläche gestellter Spindel.

Im 9. Sch. setzt sich das Vorderende des seitlichen Mesoblastes mit dem bis dahin isolierten Querschnitt des Mesoblasthornes in Verbindung. Vorn im Mesoblast kleinere und grössere interzelluläre Vakuolen. Das Entoderm grenzt sich jetzt von der Unterfläche der Seitenhöcker deutlich ab.

Im 12. Sch. beginnt hinten das anfangs noch verdickte Schildepithel, sich von dem darunter gelegenen indifferenten Gewebe abzuspalten.

Im 14. Sch. ist die Abspaltung vollständig geworden. Von jetzt ab sind in den Längsschnitten Ektoderm, Mesoblast und Entoderm von vorn nach hinten völlig von einander getrennt. Ektoderm und Mesoblast anfangs noch dick; im Mesoblast vorn mehrere (bis 12) kleine interzelluläre Vakuolen.

Mesoblast und Ektoderm nehmen dann an Dicke ab, bis gegen den 35. Sch. hin der Seitenrand des Embryos so ziemlich erreicht ist.

Figur 113. (Vergr. 20.)

Ei fast kugelig, Keimhof kreisrund, 16 mm im Durchmesser, in der Mitte des Eies. Embryo in der Mitte des Keimhofes, mit seinem Längsdurchmesser sehr schräg zu dem langen Eidurchmesser gestellt.

Die Gehirnhöcker bilden zwei deutliche Erhebungen, zwischen welchen eine schmale Medullarfurche erscheint. Die breite Rückenfurche läuft nach hinten in eine auffällig asymmetrische, links tief einschneidende Verbindungs-

furche aus, welche in eine breite Metastomrinne überführt: in letzterer erhebt sich eine schmale, hohe, lange Metastomleiste, welche die Metastomrinne nach hinten etwas überragt. Die Vorderlippe ist im Flächenbilde nicht mehr unterscheidbar: auch das offene Metastom ist im Oberflächenbilde nicht mit Bestimmtheit zu erkennen, man sieht vor der Leiste nur eine tiefe, dunkle Einsenkung, in welcher sich die Verbindungsfurche verliert.

Die vorderen, etwas asymmetrischen Mesoblasthörner sind noch nicht zur Vereinigung gekommen. Im Proamniosfelde vor den Gehirnhöckern ein deutlicher, weisslicher Halbmond.

Mesoblasthof kreisrund, ca. 4 mm im Durchmesser.

Der Embryo wurde mit dem anhaftenden geronnenen Liquor nutritivus und etwas Dotter der Quere nach geschnitten. Da sich die Vorderlippe auch in der Serie nicht mehr mit aller Bestimmtheit nachweisen lässt, so will ich bei der Beschreibung von den Schnitten ausgehen, welche quer durch das offene Metastom gegangen sind.

Im ganzen sind es 5 Schnitte von ziemlich demselben Aussehen, welche der Textfig. 33c auf Seite 140 im allgemeinen gleichen. Das Metastom stellt eine längliche, schmale Spalte dar. Das dicke Schildepithel der Seitenlippen löst sich an der Metastomspalte, nach unten umbiegend, gewissermassen in den Mesoblast auf, der Übergang ist so direkt und unmittelbar, dass kein Zweifel bestehen kann, dass das Ektoderm direkt den seitlichen Mesoblast dieser Region z. T. liefert. An der in die Tiefe gehenden Umbiegung des Ektoderms kamen Mitosen mit vertikaler, in dem horizontal wuchernden Mesoblast solche mit horizontaler Spindelachse zur Beobachtung.

Im 1. Sch. hinter dem Metastomspalt berühren sich gerade die gewulsteten Seitenlippen, sodass nur wenige Zellen den Zusammenhang vermitteln. Über dieser Stelle liegt etwas Detritus mit einem degenerierten Kern.

Im 2. und 3. Sch. ist die interlabiale Zellmasse breiter geworden, bleibt aber im Verhältnis zu den gewulsteten Seitenlippen gering. Da die Seitenlippen auch nach unten in Form der abgerundeten Seitenhöcker vorspringen, erscheint diese ganze Gegend stark biskuitförmig. An der Unterfläche auch der Seitenwülste ist das Entoderm, welches im vorigen Schnitt median noch nicht geschlossen zu sein schien, als geschlossene, dünne Zellenhaut abgrenzbar.

Im 4. Sch. taucht über dem interlabialen Gewebe der Anschnitt der Metastomleiste auf, welche in den nächsten Schnitten als längliche, zapfenartige, die Seitenwülste kaum überragende Ektoblastemmasse erscheint. Die Seitenwülste verdünnen sich allmählich, die Seitenhöcker flachen sich ab. Das Entoderm ist unter den Seitenwülsten und dem interlabialen Gewebe isoliert. Grenzfurchen sind an diesem Präparat nicht vorhanden. Die Epithellippen des Metastoms setzen sich nach hinten direkt in die Seitenwülste fort, die Epithelstreifung geht medial ganz allmählich in das interlabiale Gewebe über. Eine Trennung zwischen primärer und sekundärer Metastomrinne besteht demnach bei diesem Embryo nicht.

Im 9. Sch. erlangt die Metastomleiste ihre grösste Höhe.

Im 13. Sch. beginnen die jetzt aus Ektoblastem bestehenden, schon sehr niedrigen Seitenwülste auseinanderzuweichen, während die Metastomleiste noch ganz ansehnlich ist.

Vom 16. Sch. ab verkleinert sich die Leiste schnell und wird zu einem kleinen Ektoblastemknopf, um im 21. Sch. ganz zu verschwinden.

Im 22. Sch. sind auch die Seitenwülste verstrichen und werden nur noch angedeutet jederseits durch eine minimale Ektodermverdickung, deren mediales Ende mit dem hier noch leicht verdickten Mesoblast zusammenhängt und darin übergeht. Wenige Schnitte darauf verschwinden auch diese.

Die Sch. unmittelbar vor dem Metastom bieten an diesem Embryo ein grosses Interesse.

Der erste Sch. davor zeigt zwischen den Seitenlippen eine tiefe, schmale, unten spitzwinkelige Spalte, in deren Grunde die Seitenlippen durch eine dünne Zellenmasse in Verbindung treten. Ein epithelialer Vorderlippenrand lässt sich in diesem Schnitt nicht mehr erkennen. Auch an der Unterseite findet sich in der Mittellinie ein flacher, winkeliger Einschnitt, über welchen sich das Entoderm nicht zu erstrecken scheint.

Im folgenden Sch. lassen sich aber noch Andeutungen der ursprünglichen Vorderlippe feststellen. Das Ektoderm geht nämlich in der Mittellinie am Grunde der Einsenkung und etwas links davon direkt über in das

darunter gelegene Zellgewebe. Dieses letztere gruppiert sich um den unteren medianen Einschnitt leicht epithelartig und sieht aus, wie eine etwas platt gedrückte, in Unordnung geratene, ehemalige Chordaanlage, resp. Oberwand des Kupfferschen Kanals. Das Entoderm setzt sich auch unter diese Zellenmasse fort. Rechts ist der Mesoblast von ihr und dem Ektoderm deutlich getrennt, links dagegen hängen alle drei zusammen.

Im 3. Sch. ist der untere, mediane Einschnitt noch vorhanden, die Zellenmasse um ihn herum setzt sich aber nicht mehr epithelartig ab, vielmehr verwächst sie auch rechts mit dem Mesoblast.

Im 4. Sch. liegt unter dem Ektoderm in der Tat schon eine zusammenhängende, indifferente Zellenmasse, in welcher sich die Chordaanlage teils durch eine leichte Verdickung extramedian links von der Einsenkung kundgibt, teils auch dadurch, dass sie sich von dem Ektoderm nicht abgrenzt. Unter ihr ist das Entoderm nunmehr zusammengeflossen und bildet einen kleinen, kielartigen Vorsprung, lässt sich aber nicht deutlich von der Unterfläche der Chorda abgrenzen; seitlich davon ist letzteres möglich. In der Chordaanlage mehrere Mitosen, ebenso seitlich davon im späteren Mesoblast; die Mitosen mit vorwiegend horizontaler Spindelachse.

In diesem und dem vorhergehenden Sch. ist in der Tat die Bildung des Primitivstreifens mit seinem Primitivblastem angebahnt und eingeleitet, was um so mehr zu beachten ist, als dies vor dem offenen Metastom geschieht. Sehr wahrscheinlich ist hier in geringem Grade schon die Verwachsung der Seitenlippen eingetreten, sodass der Vorderrand des Metastoms nicht mehr die eigentliche Vorderlippe repräsentiert. Vgl. die spezielle Beschreibung der Serienbefunde der Fig. 117 weiter unten.

Im 5. Sch. ist die fast rundliche Chordaanlage schon mehr abgegrenzt, setzt sich jetzt auch vom Ektoderm ab. Über ihr beginnt sich ein kleiner Vorsprung des Ektoderms auszubilden.

Im 6. Sch. ist die Chordaanlage sehr deutlich charakterisiert, scheint aber rechts noch mit dem Mesoblast zusammenzuhängen. Über dieser Stelle senkt sich die flacher werdende Verbindungsfurche ein (im Flächenbilde links). Die Chordaanlage ist hoch, fast dreieckig, von einer Form, wie sie in früheren Stadien bei noch erhaltenem Kupfferschen Kanal oben von mir beschrieben ist. An ihrer oberen Fläche haben sich die Zellen und Zellkerne in einer epithelartigen Schicht angeordnet. Eine Wölbung ist unter ihr nicht vorhanden. Das Entoderm zieht an ihrer Unterfläche etwas unregelmässig und mit ihr verbunden hinweg.

Ähnlich sind Sch. 7 und 8, nur ist der Mesoblast auf beiden Seiten von der Chorda abgespalten.

Im 9. und 10. Sch. flacht sich die Chorda mehr und mehr ab, ihre obere Zellenlage sieht aber noch epithelartig aus. An ihrer Unterfläche ragen die Entodermzellen etwas unregelmässig vor.

Vom 11. Sch. ab ist die Chorda schmal, bandartig, die Stellung ihrer Zellkerne auch an der Oberfläche unregelmässig. An ihrer Unterfläche ist das fest mit ihr verbundene Entoderm kaum zu unterscheiden. Der Mesoblast jederseits abgespalten. Die Oberfläche des Ektoderms zeigt die flache Rückenfurche, in deren breitem Grunde sich über der Chorda zwischen den durch den Mesoblast gebildeten Vorwölbungen eine niedrige Erhebung ausbildet. Das Entoderm ist als dünne, einschichtige Zelllage von den Mesoblastwülsten deutlich abgesetzt.

Vom 17. Sch. ab verschwindet die Ektodermerhebung über der Chorda wieder.

Vom 23. Sch. ab setzen sich die verdünnten, medialen Mesoblastenden in Verbindung mit der dünnen Chorda.

Im 26. Sch. ist auf der rechten Seite die Verbindung wieder gelöst. Das Entoderm beginnt, von der Unterfläche der Chorda seitlich zurückzuweichen, sodass in der Mitte der Unterfläche eine kleine Stelle davon entblösst wird. Hier liegt die Unterwachsungsstelle der Chorda. In der Nähe mehrere Mitosen.

Im 27. Sch. ist die ganze mittlere Partie der Chordaunterfläche vom Entoderm entblösst; die Elemente dieses Teiles nehmen wieder eine epitheliale Anordnung an. Das Entoderm ist seitlich abgerückt und setzt sich mit dem Seitenrand der Chorda in kontinuierliche Verbindung. An dieser Stelle auch in diesem Schnitt mehrere Mitosen. Der Mesoblast scheint wieder auf beiden Seiten von der Chorda getrennt.

Vom 28. Sch. ab ist die Chordaunterfläche ganz frei. Seitlich hängen jederseits mit dem Chordaepithel das medianwärts ein wenig erhöhte Entoderm und der Mesoblast zusammen.

Vom 32. Sch. ab spalten sich die Mesoblastwülste von dem Chordaepithel ab. Das Ektoderm verdickt sich entsprechend der Gehirnanlage. Das Entoderm wird auch unter den Mesoblastwülsten zu einem Zylinderepithel.

Vom 48. Sch. ab treten in dem seitlichen Mesoblast sehr wenige kleine, interzelluläre Vakuolen auf. Das Chordaentoderm ist jetzt sehr breit geworden und besteht aus einem hohen Zylinderepithel, welches seitlich in das gleichfalls hochzylindrische Entoderm unter den Mesoblastwülsten übergeht.

Der 51. Sch. fiel durch den vordersten Rand der Gehirnanlage.

In den folgenden Sch. bleibt, entsprechend dem halbmondförmigen Felde vor den Gehirnhöckern, noch eine Ektodermverdickung und eine mediane, anfangs breite, später immer schmäler werdende Entodermverdickung bestehen; am längsten erhält sich die Ektodermverdickung. Der Mesoblast weicht jetzt lateralwärts sehr zurück und repräsentiert die Mesoblasthörner, in welchen die interzellulären Spalten etwas grösser und zahlreicher werden. —

Im extraembryonalen Mesoblastfelde hinten und seitlich mehrkernige (bis 20 Kerne) Hämangioblasten. Am Mesoblastrande vorn und seitlich zahlreiche Sprossen, deren Inhalt in den Mesoblast überging.

Im Liquor nutritivus, welcher mit dem subgerminalen Dotter geschnitten wurde, mehrfach Zellstränge und Zellgruppen von Dotterentoblastzellen, auch vereinzelte Zellen, die letzteren oft mit Anzeichen der Auflösung; in ihnen in Chromatinkörnchen zerfallene Kerne. Freie Chromatinbröckel wurden im Liquor in diesem Präparat nur selten angetroffen. Der Dotter war zu sehr zerklüftet und auch zu intensiv gefärbt, um Periblastkerne mit einiger Sicherheit erkennen zu lassen. Die Grenze des subgerminalen Dotters gegen die Subgerminalhöhle nicht mehr scharf, vielmehr war die Oberfläche des Dotters sehr unregelmässig, wie in Auflösung begriffen und hing mit dem Gerinnsel der Subgerminalhöhle zusammen. Der Dotter selbst z. T. feinkörnig, z. T. sehr grobkörnig, oft waren die Dottertröpfchen auch zusammengeflossen. Wieviel von diesen Erscheinungen auf Rechnung der Reagenzwirkungen kommt, muss unentschieden bleiben.

Figur 114. (Vergr. 20.)

Ei, Keimhof und Mesoblastfeld wie in der vorhergehenden Figur.

Die Gehirnhöcker fangen an, sich etwas hervorzuwölben und vorn in die Tiefe leicht umzubiegen, werden aber nur durch eine flache Medullarfurche von einander getrennt, welche hinten in die gleich flache Rückenfurche übergeht. Die Vorderlippe ist zwar sehr schmal, springt aber noch mit deutlich erkennbarem, scharfem Rande frei vor und verursacht eine kleine, mediane, nach vorn sich verlaufende Erhebung. Unmittelbar hinter ihr ist als kleiner, dunkler, wie ein Stecknadelstich aussehender Punkt das Metastom deutlich erkennbar, welches als gerader Gang lochartig direkt von oben an die Unterfläche führt und sich hier öffnet. Gegen dasselbe mündet die Verbindungsfurche aus, welche links neben dem Vorderlippenhöcker asymmetrisch von der Rückenfurche aus hinzieht. Die an das Metastom sich anschliessende Metastomrinne ist lang und breit und besitzt eine lange, schmale, vorn etwas verbreiterte Metastomleiste, welche hinten direkt in eine dreieckige, zwischen den divergierenden Seitenwülsten gelegene Erhebung übergeht. Von der Rinne ausgehende Grenzfurchen sind vorhanden.

Vorn erscheint vor den Gehirnhöckern in dem Proamniosfelde ein kleines, halbmondförmiges, weissliches Feld. Die Mesoblasthörner sind vor dem Proamniosfelde zur Vereinigung gekommen.

Da an diesem Embryo die Vorderlippe noch gut ausgeprägt ist, können wir wieder von dem Querschnitte, welcher ihren hintersten, freien Rand getroffen hat, ausgehen.

Dieser Schnitt hatte den äussersten freien Rand der sehr schmalen Vorderlippe getroffen, welcher in die Chordaanlage und Seitenlippen direkt übergeht. Die Chordaanlage selbst hängt lateral mit dem Mesoblast zusammen. Das Entoderm heftet sich jederseits an die Unterfläche der Chordaanlage an und zwar so, dass zwischen den Anheftungsstellen ein medianer winkeliger Ausschnitt entsteht, eine Art Chordarinne; in ihr ist keine Spur der unteren Wandung des Kupfferschen Kanals mehr vorhanden. Die Seitenlippen wulsten sich an der Oberfläche vor und fassen zwischen sich eine tiefe, gegen die Vorderlippe vordringende Furche, den ersten Anfang der Verbindungsfurche.

Textfig. 33b auf Seite 140 ist der 1. Sch. vor dem vorigen. Die Vorderlippe ist nur daran kenntlich, dass das Ektodermepithel breit in die Chordaanlage übergeht. Die letztere beginnt, sich von dem Mesoblast abzugrenzen. Das Entoderm ist neben der schmalen Chordarinne an die Unterfläche der Chorda breit angeheftet und hier ein wenig verdickt. Es besteht hier aus zwei Zelllagen, als ob es sich zur Unterwachsung der Chordarinne anschickte.

Auch im 2. Sch. n. v. ist das Schildektoderm noch auf einer Seite im Zusammenhang mit der Chordaanlage. Die letztere hat sich links vom Mesoblast abgeschnürt, geht rechts dagegen kontinuierlich in ihn über. Die freie Chordarinne ist ein wenig breiter geworden.

Textfig. 33a auf Seite 140 repräsentiert den nächstfolgenden (3.) Querschnitt. Die Verbindungsfurche (im mikroskopischen Bilde rechts) liegt neben einem kleinen, durch die Chorda bedingten Hügel. Die Chorda selbst hat noch ganz das Aussehen der ursprünglichen oberen Wand des Kupfferschen Kanals bewahrt. Sie erscheint auf dem Querschnitt platt dreieckig und setzt sich noch aus hohem Zylinderepithel zusammen. Auf beiden Seiten ist sie vom Mesoblast abgetrennt. Entoderm und Chordarinne verhalten sich wie im vorigen Schnitt.

Im 5. Sch. n. v. plattet sich die Chorda mehr ab und tritt wieder mit den beiden Mesoblastlagen in Zusammenhang. Die Chordarinne ist schon undeutlich geworden.

Im 6. Sch. n. v. ist die offene Chordarinne verschwunden, die Chorda ist von dem Entoderm unterwachsen und mit dem letzteren fest verbunden.

Im 7. Sch. beginnt die Rückenfurche. Die Chorda plattet sich mehr ab, ihre Unterfläche ist in ganzer Ausdehnung mit dem Entoderm fest verwachsen. Links hat sich der Mesoblast von der Chorda abgespalten, rechts bleibt er noch damit im Zusammenhang.

Vom 8.—16. Sch. n. v. verändert sich das Bild wenig. Die abgeplattete Chorda erscheint bald frei, bald mit dem Mesoblast im Zusammenhang, das letztere häufiger, nicht selten auch nur auf einer Seite.

Vom 17. Sch. an schiebt sich das Entoderm allmählich aus der Mitte der Chordaunterfläche weg, sodass diese wieder frei gelegt wird.

Im 20. Sch. n. v. ist die Unterfläche der Chorda ganz frei und setzt sich das Entoderm seitlich mit der Chorda direkt in Verbindung. Die Chorda nimmt wieder mehr epithelialen Charakter an. Auf der einen Seite ist sie mit dem Mesoblast im Zusammenhang, auf der andern davon abgespalten.

Im 24.—27. Sch. n. v. besteht die Chorda aus hohem Zylinderepithel, welches direkt in das in unmittelbarer Nähe der Chorda zu einem einschichtigen Zylinderepithel verdickte Entoderm übergeht. Die Mesoblastplatten hängen unter Verschmälerung mit der Chorda zusammen.

Im 28. Sch. wird eine noch flache Chordarinne deutlich. Mesoblast links von der Chorda abgespalten, rechts anscheinend damit zusammenhängend.

In den folgenden Schnitten verdickt sich das Schildepithel zur Medullaranlage. Die Chordarinne unter dem hohen Chordaepithel verschwindet wieder mehr.

Vom 43. Sch. an bleiben die Mesoblastwülste von der Chordaanlage getrennt. Die Entfernung zwischen den Wülsten wird grösser. Das Entoderm dazwischen ist hochzylindrisch, in der Mitte etwas dicker und geht seitlich unter dem Mesoblast allmählich in das niedrige Entoderm über.

Vom 45. Sch. n. v. erscheint in jedem Mesoblastwulst eine kleine interzelluläre Vakuole.

Vom 46. Sch. ab wird die mediane, chordale Verdickung des Entoderms auffälliger und hebt sich von dem sich verdünnenden seitlichen Entoderm ab. Sie bedingt im Verein mit einer leichten Ektodermverdickung das halbmondförmige, vor der Gehirnanlage gelegene, helle Feld des Flächenbildes.

Im 52. Sch. ist die chordale Entodermverdickung nur noch gering. Nur auf der linken Seite im Mesoblast eine kleine, interzelluläre Vakuole.

Vom 54. Sch. ab zwischen den dünnen Mesoblastwülsten nur noch niedriges, gleichmässig zylindrisches Ektoderm und Entoderm, das Ektoderm kaum dicker als das Entoderm.

Vom 60. Sch. ab nähern sich die dünnen, mit 1—3 kleinen, interzellulären Vakuolen versehenen Mesoblastwülste wieder, um im 71. Sch. zur Vereinigung zu kommen. Im ganzen Bereich der vorderen Mesoblasthörner ist unter denselben das Entoderm verdickt und mit zahlreichen Entodermsprossen besetzt; auch der helle, mediane Strich an den vorderen Mesoblasthörnern des Flächenbildes wird durch eine Entodermanlagerung bedingt. Der Übergang von Entoblastzellen in den Mesoblast hier oft sehr evident. —

Die ersten beiden Sch. hinter der Vorderlippe gleichen der Textfig. 33c auf Seite 140. Die beiden stark gewulsteten Seitenlippen sind durch eine breite, durchgehende Spalte völlig von einander getrennt. Diese Spalte ist das offene, lochartige Metastom, welches direkt von der Oberfläche des Embryos in die Subgerminalhöhle führt. Die Epithelstreifung setzt sich an dem Metastom entlang bis unten hin gegen das Entoderm fort; das letztere ist an das Ektoderm nahe dem Metastomrande angelötet, sonst aber unter dem Mesoblast frei. Das Ektoderm der Metastommündung geht direkt und breit in den Mesoblast über.

Der nächste (3.) Sch. n. h. unterscheidet sich von dem vorigen nur dadurch, dass der Grund des Metastoms durch eine ganz dünne Zellenplatte, die anscheinend mit dem Entoderm zusammenhängt, geschlossen ist.

Im darauffolgenden (4.) Sch. ist die Verschlussplatte ein wenig dicker geworden. Vor allem zieht das Entoderm jetzt frei darunter hinweg und ist nur noch an den Rand der einen Seitenlippe locker angeheftet. Zwischen den noch bis in den Grund mit deutlicher Epithelstreifung versehenen Seitenlippen spannt sich in der Tiefe dicht über dem Entoderm eine dünne, 1—2 schichtige Ektoblastemmasse aus. In ihr liegt eine Mitose. Ihre Oberfläche ist rauh, mit Detritus überlagert, in welchen sich zwei blass gefärbte Kerne, wahrscheinlich von zu Grunde gehenden Zellen, eingeschoben haben. Im Bereich des ganzen Epithelwulstes der Seitenlippen geht das Ektoderm direkt und breit in den Mesoblast über.

Im 5.—6. Sch. n. h. wird die interlabiale Ektoblastemmasse noch etwas höher. Auf der einen Seite setzt sich davon der Epithelwulst der Seitenlippen ab, während er auf der anderen Seite damit zusammenhängt. Das Entoderm zieht vollständig frei unter dieser ganzen Gegend hinweg.

Der 7. Sch. n. h. ist in Textfig. 33d auf Seite 140 abgebildet. Die interlabiale Ektoblastemmasse verhält sich wie in den vorigen beiden Schnitten und ist mit Detritus bedeckt.

Im nächsten (8.) Sch. geht zunächst die etwas ansehnlicher gewordene Ektoblastemmasse auf beiden Seiten direkt in die Seitenlippen über. An der Oberfläche setzt sie sich durch eine Grenzfurche von ihnen ab. Zugleich macht sich eine sekundäre Metastomrinne bemerkbar.

Textfig. 33e auf Seite 141 stellt den 9. Sch. n. h. dar. Grenzfurche und sekundäre Metastomrinne sind deutlich. An der Oberfläche des links von der Rinne gelegenen Ektoblastemwulstes Detritus; ein Zellkern lag völlig frei. In den nach hinten folgenden Schnitten fehlt von jetzt ab die Detritusmasse.

Im 10. Sch. erscheint links neben der sekundären Metastomrinne eine zweite kleine Einkerbung, welche zwei Schnitte darauf in Textfig. 33f (12. Sch. n. h.) schon tiefer geworden ist.

Diese Kerbe vertieft sich nach hinten hin mehr, sodass schliesslich aus dem Ektoblastemgewebe ein Metastompfropf gewissermassen abgeschnitten wird.

Textfig. 33g ist der 16. Sch. n. h. Die Grenzfurchen sind noch angedeutet, aber mehr lateralwärts gerückt. Zwischen den Ektoblastemwülsten findet sich eine tiefe, sekundäre Metastomrinne, von deren Grunde sich eine schmale, hohe Metastomleiste erhebt, welche aus der kleinen Zacke der Textfig. 33f hervorgegangen ist. Diese Erhebung verursacht im Verein mit der vorn mit ihr zusammenhängenden Detritusmasse die weissliche Leiste des Flächenbildes.

In den folgenden Schnitten verschwindet die Grenzfurche, sodass nur die Ektoblastemwülste übrig bleiben. Die Metastomleiste wird niedriger und breiter, wie Textfig. 33h, der 20. Sch. n. h., zeigt.

Die Ektoblastemwülste werden dann niedriger, die Metastomrinne breiter. Im 30. und 31. Sch. n. h. sind die Wülste nur noch durch zwei weit von einander abstehende, mit dem Mesoblast zusammenhängende Epithelhöckerchen angedeutet, ebenso dazwischen die Metastomleiste.

Das Höckerchen der Metastomleiste bleibt noch bis zum 34. Sch. erhalten, während die Metastomwülste bis auf eine minimale Ektodermverdickung schon völlig verschwunden sind. Das Entoderm bleibt bis zuletzt isoliert.

Im extraembryonalen Mesoblastfelde ist besonders vorn, aber auch hinten, der Übergang von Entodermzellen in den Mesoblast oft zu konstatieren. Die Hämangioblasten im Übergangsstadium mit 5—9 Kernen, die grösseren im hinteren Mesoblast.

Figur 115. (Vergr. 20.)

Ei ellipsoid. Keimhof in dessen Mitte, kreisrund, 17 mm im Durchmesser. Embryo schräg zur Eiachse gestellt. Mesoblasthof etwas grösser als in voriger Figur, 4,3 mm im längsten Durchmesser.

Die Gehirnhöcker treten als abgerundete, flache Hügel deutlich hervor, vor ihnen die Proamniosfalte. Der helle Halbmond vor der Proamniosfalte entspricht nicht dem weisslichen Halbmond der Fig. 112 und 113, vielmehr stellt er das gesamte mesoblastfreie Feld zwischen den Mesoblasthörnern dar; das weissliche Aussehen wird dadurch bedingt, dass unter dieser Stelle etwas Dotter aus der Tiefe vorgedrungen war. Die Mesoblasthörner sind unter sich verwachsen und zeigen noch einen Teil der Scheidewand zwischen sich. In den Hörnern ist jederseits schon ein grosser Exocoelomraum entstanden.

Die tiefe Rückenfurche geht hinten durch Vermittelung einer kurzen Verbindungsfurche in eine noch kurze Primitivrinne über, an welche sich hinten die Metastomrinne anschliesst. Im Anfangsteil der letzteren steckt ein schmaler, kleiner Metastompfropf. Von der Vorderlippe und der äusseren Urmundöffnung ist keine Spur mehr wahrnehmbar; das Gleiche gilt für die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals.

Der Embryo wurde mit dem Oolemm und der Eischale quer geschnitten. Vgl. Textfig. 41a—d auf Seite 153.

Der 1.—3. Querschnitt vor den Gehirnhöckern geht durch die präcerebrale, schon ziemlich tiefe Rinne. Das Ektoderm ist in ihrem Grunde ziemlich hoch, ebenso ist das darunter gelegene mediane Entoderm verdickt und wird von einem hohen, anscheinend geschichteten Zylinderepithel gebildet, welches sich lateralwärts gegen den Mesoblast hin verjüngt. In dem medialen Abschnitt des Mesoblastes befindet sich jederseits ein grosser Exocoelomraum, an welchen sich lateralwärts einige kleine interzelluläre Vakuolen anschliessen. Parietales und viscerales Mesoderm sind einschichtig und dünn. Das Entoderm unter dem seitlichen Teil der Exocoelomhöhle ist dünn, einschichtig, verdickt sich aber lateralwärts unter dem noch nicht gespaltenen Mesoblast zu einem kubischen, mit Sprossen versehenen Epithel. Zwischen dem Entoderm und dem visceralen Mesoderm noch kleine, aber gut unterscheidbare 5- bis mehrkernige Hämangioblasten.

Die 4.—8. Sch. n. v. treffen dann mehr oder weniger der Fläche nach das eingesenkte Ektoderm und Entoderm der Proamniosfalte mit zahlreichen Mitosen darin.

Der 9. Sch. geht senkrecht durch den oberen Rand des Proamnios. Das Ektoderm ist jetzt dünn, einschichtig, das Entoderm ein wenig dicker, ohne chordale Verdickung. Die untere Wandung der Coelomräume springt jederseits beutelartig nach unten hin vor. Dieser Befund erhält sich bis zum 19. Sch. n. v., nur wird das mesoblastfreie Feld immer schmaler; in ihm bleibt das Entoderm bis zuletzt merklich dicker als das Ektoderm.

Im 19. Sch. verschwindet dieses Feld dadurch, dass die Mesoblasthörner aneinanderstossen. Dadurch entsteht von jetzt ab eine anfangs breite, mehr nach vorn schmalere Scheidewand zwischen den beiden grossen Exocoelomräumen. Das Entoderm verdickt sich unter den letzteren und ist lateralwärts mit zahlreichen, grossen Sprossen versehen. Eine Durchbrechung der Scheidewand ist noch nicht erfolgt.

Ganz vorn wird die Scheidewand dann wieder breiter, und der Mesoblast zieht sich aus der Mitte zurück, bis der vorderste Rand der Mesoblasthörner erreicht ist.

Im ersten Querschnitt durch die Gehirnanlage erscheinen die Gehirnhöcker als zwei seitliche leichte Verdickungen des sich einsenkenden Ektoderms.

Die Verdickungen vergrössern sich bis zum 4. Sch. n. h. zu zwei abgerundeten Erhebungen, welche eine noch breite Medullarfurche zwischen sich fassen. Der Mesoblast dringt in diesem Schnitt weiter medianwärts vor und gelangt als schmale, lockere Zellmasse bis in die Nähe der medianen Chordaverdickung, welche als hohes Zylinderepithel seitlich in das niedriger werdende Entoderm allmählich übergeht. Die medialen Enden der Mesoblastplatten sind von dem Entoderm getrennt.

Vom 8. Sch. ab treten die schmalen, medialen Enden der Mesoblastplatten unter dem Ektoderm der sich verengernden Medullarfurche in deutlichen Zusammenhang mit dem verdickten, chordalen Entoderm. Diese Verbindung wird in den nächsten Schnitten hier und da, bald auf der einen, bald auf der anderen Seite, anscheinend aufgehoben.

Unter dieser Verbindungsstelle geht die chordale Entodermverdickung direkt in das Entoderm über, welches aus hohen Zylinderzellen besteht; gegen die Chordaverdickung hin richten sich diese Zellen mit ihrer Längsachse medianwärts nach unten. Lateralwärts, dem äussern Rande der Gehirnhöcker entsprechend, findet sich eine weitere, etwas unregelmässige Entodermverdickung. Diese geht alsbald in das kubische, etwas unregelmässige Entoderm über, das sich unter dem Mesoblast vorfindet und am Rande des letzteren wieder etwas höher wird. In der medialen, unter den Gehirnhöckern liegenden Mesoblastverdickung tritt eine interzelluläre Vakuole auf, die sich mit den Exocoelomräumen in Verbindung setzt. Die letzteren werden klein, sind zahlreich und erstrecken sich bis an den lateralen Rand des Mesoblastes.

Zwei Schnitte darauf (10.) verschwindet die Vakuole aus dem medialen Mesoblast.

Im 17. und 18. Sch. n. h. sind die medialen Mesoblastenden wieder deutlich vom Chordaentoderm getrennt. Das Entoderm lateral von dem letzteren verdünnt sich bis gegen den Rand der Gehirnhöcker hin, um von dort ab ebenso weit zylindrisch zu werden; unter dem extraembryonalen Mesoblast ist es unregelmässig kubisch, gegen den Mesoblastrand hin ein wenig verdickt und mit Sprossen versehen. Die interzellulären Vakuolen in der Zahl von 8—10 sind nur noch klein und beschränken sich ganz auf den extraembryonalen Mesoblast.

Im nächsten (19.) Sch. stellt sich die Verbindung zwischen Mesoblast und Chordaentoderm wieder her und bleibt von jetzt ab sehr deutlich und ziemlich breit. Das Chordaentoderm erscheint dadurch mehr und mehr als mittlerer, verdünnter Teil der Mesoblastplatte selbst. Dazu kommt, dass auch der epitheliale Charakter der Chordaanlage mehr verschwindet. Dahingegen emanzipiert sich das verdünnte Entoderm von der Chordaanlage und schiebt sich an ihrer Unterfläche medianwärts vor, wobei die abgeplatteten Zellen am Chordaansatz stark medianwärts gerichtet sind. Im 24. Sch. ist nur noch ein ganz schmaler, medianer Teil der Chordaanlage frei von Entoderm, zur Ausbildung einer eigentlichen Chordarinne kommt es dabei aber nicht. Im darauffolgenden (25.) Sch. ist die Unterwachsung der Chordaanlage durch das Entoderm vollendet. Das leicht verdickte Entoderm ist mit ihrer Unterfläche eng verbunden, lässt sich davon aber in diesen und den nächsten Schnitten noch optisch abgrenzen.

In den folgenden Schnitten ist die Chorda dünn, bandartig, anscheinend aus zwei dicht aneinanderliegenden Zellenlagen gebildet, deren Unterfläche das dünne Entoderm anliegt. Die Mesoblastplatten sind bald noch in Verbindung damit, bald auf einer oder auch auf beiden Seiten davon abgespalten. Die Medullarfurche verbreitert sich und geht in die Rückenfurche über; die Gehirnhöcker flachen sich ab.

Die interzellulären Vakuolen finden sich nur noch ganz lateral im Mesoblast.

Das Entoderm seitlich von der Chorda ist sehr dünn, die oben erwähnte Verdickung desselben zum Zylinderepithel ist schon in den vorhergehenden Schnitten verschwunden.

Vom 37. Sch. ab wird die Chorda dicker und nimmt auf dem Querschnitt eine bikonvexe, fast linsenförmige Gestalt an. Die nach oben gewandten Zellen lagern sich epithelartig in einer Reihe an. Die unteren Zellen hängen mit dem Entoderm fest zusammen, sodass man oft nicht unterscheiden kann, was Chorda, was Entoderm ist. Zwischen den beiden Zellschichten erscheint bisweilen in der Mitte eine kleine Spalte, die fast an ein Lumen erinnert. Die Entodermmasse an der Unterfläche der Chorda springt in der Mittellinie bisweilen leicht kielartig vor.

Entsprechend der verdickten Chorda tritt in der breiten Rückenfurche eine leichte mediane Erhebung auf.

Vom 13. Sch. ab markiert sich eine leicht asymmetrische, links an der Chorda einschneidende Verbindungsfurche. Die Chorda ist bald mit dem Mesoblast in Zusammenhang, bald davon getrennt.

Im 49. Sch. n. h. beginnt die Verschmelzung der Chorda mit den beiden Mesoblastplatten und (auf der rechten Seite) auch mit dem Ektoderm. Auch das Entoderm darunter ist fest angeheftet. An Stelle der asymmetrischen Verbindungsfurche tritt eine mediane, einfache Primitivrinne.

Im 50. Sch. wird die Verbindung mit dem Ektoderm breiter.

Im 51. Sch. ist unter und zu beiden Seiten der Rinne die Grenze zwischen Ektoderm und indifferentem Gewebe, von dem sich auch das Entoderm nicht mehr abgrenzen lässt, verschwunden. Zugleich ist eine Verdickung der ganzen Gewebsschicht festzustellen. Primitivblastem, Primitivstreifen und Primitivrinne sind vollständig.

Die Primitivrinne erhält sich (6 Schnitte lang) bis zum 56. Sch. als ziemlich tiefer, breiter, fast rechtwinkliger Einschnitt, während die Dicke des aus indifferentem Primitivblastem gebildeten Streifens etwas zunimmt. Im 56. Sch. erscheint im Grunde der Rinne eine geringe Menge Detritus.

Im 57. Sch. erreicht die eigentliche Primitivrinne ihr hinteres Ende. In ihrem Grunde wird nämlich die Epithelstreifung unterbrochen durch einen vorspringenden, schmalen Ektoblastempfropf. Die Oberfläche des Pfropfes ist in Zerfall begriffen und zwar so, dass 3 Kerne fast ganz nakt freiliegen. Mit der zerfallenen Oberfläche hängt eine grössere Detritusmasse zusammen. Ganz lateral im extraembryonalen Mesoblast finden sich noch 3—5 kleine interzelluläre Vakuolen.

In den nächsten Schnitten wird der Pfropf grösser, zugleich grenzen sich die mit Epithelstreifung versehenen Seitenlippen der Rinne deutlicher von dem Ektoblastem des Pfropfes ab.

Textfig. 41a auf Seite 153 stellt den 59. Sch. n. h. dar. Metastompfropf und anhaftender Detritus sind noch beträchtlich und bilden die schmale, weissliche, eingeklemmte Masse des Flächenbildes. Das sehr dünne Entoderm liegt der Unterfläche dicht an, lässt sich aber optisch abgrenzen.

In den nächsten Schnitten verschwindet der Detritus, das interlabiale Ektoblastem wird klein und mehr in die Tiefe gedrängt.

Textfig. 41b auf Seite 153 ist der 65. Sch. Das interlabiale Ektoblastem ist ein kleiner, dreieckiger, in der Tiefe gelegener Vorsprung geworden, welcher fast ganz überlagert wird von den Seitenwülsten, auf welche die Epithelstreifung aber nicht mehr hinaufreicht. Die indifferente Gewebsschicht verdünnt sich zusehends, das Entoderm hebt sich jetzt deutlich von ihr ab.

Textfig. 41c auf Seite 153 führt den 70. Sch. n. h. vor. Die Metastomrinne verbreitert sich wieder, der interlabiale Vorsprung wird grösser. Dem letzteren entspricht der dreieckige Höcker, welcher im Flächenbilde zwischen den divergierenden Seitenlippen zu sehen ist.

Textfig. 41d ist 7 Sch. weiter nach hinten gefallen und bedarf keiner weiteren Erklärung.

6 Sch. weiter nach hinten sind Seitenwülste und Zwischenhöcker völlig verstrichen. —

Hämangioblasten sind im extraembryonalen Mesoblast deutlich zu unterscheiden, vorn kleine, hinten grössere, hier oft mit etwas über einem Dutzend Kernen. Auch im hinteren Mesoblast schon kleine, interzelluläre Vakuolen.

Figur 116. (Vergr. 20.)

Ei oval, Keimhof kreisrund, 16 mm im Durchmesser. Embryo ziemlich in der Mitte des Keimhofs, quer zur Längsachse des Eies gestellt.

Die Vorderhörner des Mesoblastes sind vorn schon breit verschmolzen und umschliessen ein halbmondförmiges Proamniosfeld. Die Proamniosfalte tritt scharf hervor und begrenzt einen tiefen Spalt, in welchen sich die abgerundeten Gehirnhöcker einsenken. Die tiefe, schmale Rückenfurche führt durch Vermittelung einer etwas

asymmetrischen Verbindungsfurche direkt in die enge Primitivrinne über. Von der Vorderlippe, vom Metastompfropf und von Kanalöffnungen ist keine Spur mehr sichtbar. Grenzfurchen an der Metastomrinne deutlich.

Mesoblasthof wie in der vorigen Figur.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten.

In dem Medianschnitt erscheint die Gehirnanlage nach unten umgebogen (vgl. Textfig. 53 auf Seite 204), sodass davor eine breite, tiefe Einsenkung liegt, welche vorn durch die Proamniosfalte begrenzt wird. Im Grunde der Einsenkung und an der vorderen Wand der Proamniosfalte ist das Ektoderm noch ziemlich dick. Das Ektoderm der Rückenfurche ist hinten am dünnsten und verdickt sich nach vorn beträchtlich. Die der Länge nach getroffene Chorda ist etwas ungleich dick, hinten und vorn dicker, in der Mitte am dünnsten. Im Bereich ihrer hinteren Hälfte erscheint sie bereits von dem Entoderm unterwachsen. Vorn dagegen liegt die entodermatische Chordaanlage völlig frei und wird von einem hohen Zylinderepithel gebildet, welches besonders unter der nach unten umgebogenen Gehirnanlage hoch erscheint. Hinten geht die Chorda unter Verbreiterung direkt in das Primitivblastem des Primitivstreifens über, an dessen Unterfläche das dünne Entoderm fest angeheftet ist. An der Oberfläche sieht man hinten das Ektoderm in die epithelial gestreifte Oberfläche des Primitivblastems auslaufen, auf welches letztere nach hinten das Ektoblastem unmittelbar folgt. Auch hinter dem Ektoblastem geht das Ektoderm unter geringer Verdickung direkt darin über. An der Unterfläche das Ektoblastems ist das Entoderm deutlich abgegrenzt. Im übrigen sind die Einzelheiten der Primitiv- und Metastomrinne in diesen Längsschnitten nicht so klar zu überblicken, wie in den Querschnittsserien, hauptsächlich aus dem Grunde, weil diese Rinnen oft nicht ganz gerade verlaufen und daher nicht genau der Länge nach getroffen werden können.

Hinter dem Höcker sind Ektoderm, Mesoblast und Entoderm deutlich von einander getrennt. Im hinteren Mesoblast mehrere kleine, interzelluläre Vakuolen.

Im 2. Sch. erscheint vorn zwischen Gehirnanlage und Entoderm ein kleiner Mesoblastfortsatz.

Textfig. 53 auf Seite 204 gibt den 4. Sch. nach aussen wieder.

Das Entoderm unter der schon in den seitlichen Mesoblast übergehenden Chorda reicht weiter nach vorn. Die Wölbungen der Gehirnhöcker sind angeschnitten. Vor dem Proamniosfelde liegt die Zellmasse des Mesoblastes der Vorderhörner. Auch die hinteren Erhebungen seitlich neben der Primitiv- und Metastomrinne werden in diesem und den nächsten Längsschnitten höher.

Im 6. (7.) Sch. dringt der Mesoblaststreifen ganz nach vorn vor und setzt sich mit dem bis dahin isolierten Mesoblaststück (siehe Textfig. 53) in Verbindung.

Von jetzt ab geht von dem Primitivblastem ein zuerst schmaler, alsbald breiterer, zungenförmiger, zwischen Ekto- und Entoderm gelegener Mesoblaststreifen aus, welcher sich vorn leicht verdickt und scharf vom Ektoderm und Entoderm abgegrenzt ist. In ihm sind, besonders in seinem vorderen Teile, Mitosen mit sagittal gerichteter Spindel häufig. Das Entoderm erscheint jetzt an der ganzen Unterfläche des Primitivhöckers isoliert.

Vom 8. (5.) Sch. ab flachen sich hinten die Seitenwülste ab.

Im 13. (15.) Sch. taucht im vorderen Ende des Mesoblaststreifens, welcher sich verdickt und verkürzt hat, eine kleine, interzelluläre Vakuole auf. Der Querschnitt durch das Mesoblasthorn zeigt schon einen grossen Coelomspalt.

Vom 17. Sch. an sind die hinteren Höcker sehr flach geworden, das Ektoderm beginnt, sich hier abzugrenzen.

Im 18. Sch. ist vorn der Seitenrand des Gehirnhöckers getroffen. Das Proamniosfeld verkleinert sich.

Im 19. Sch. erscheint hinten das Ektoderm bis auf den hintersten Teil des Höckers vom Mesoblast isoliert. Vorn nähert sich der seitliche Mesoblast dem Querschnitt des Mesoblasthornes.

Im folgenden (20.) Sch. tritt vorn die Vereinigung der beiden Mesoblaststreifen ein. Die interzellulären Hohlräume haben sich in ihnen vermehrt und vergrössert.

Vom 21. Sch. ab finden sich vorn zahlreiche, verschieden grosse Coelomspalten im Mesoblast. Das Entoderm ist am vorderen Rande des Mesoblastes verdickt und mit Sprossen versehen.

Im 27. Sch. hat sich hinten das Ektoderm völlig vom Mesoblast getrennt.

Ektoderm und Mesoblast verdünnen sich nun schnell, bis der äusserste Seitenrand der Embryonalanlage erreicht ist. Auch die interzellulären Spalträume werden vorn kleiner und spärlicher und hören schliesslich ganz auf.

Die Hämangioblasten sind im hintern Mesoblast schon ziemlich gross und lassen auf dem Längsschnitt ca. 1—2 Dutzend Kerne erkennen.

Figur 117. (Vergr. 20.)

Im Flächenbilde der vorigen Figur sehr ähnlich. Die Verbindungsfurche zwischen Rückenfurche und Primitivrinne und die Primitivrinne selbst tief und relativ breit. Grenzfurchen am vorderen Ende der Metastomrinne deutlich. Zwischen den nach hinten hin divergierenden Seitenwülsten der Metastomrinne eine schmale, dreieckige Erhebung (Zwischenhöcker), deren Umgebung weisslich und undurchsichtig erscheint. Vorderlippe des Blastoporus und äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals völlig geschwunden. Von dem in der Querschnittserie erscheinenden perforierenden Gang hinter der Primitivrinne ist im Flächenbilde nichts zu erkennen.

Wurde mit der Eischale geschnitten.

Der erste Querschnitt vor den Gehirnhöckern geht durch den Grund des Spaltes vor der Gehirnanlage, den Grund bildet dickes Ektoderm. Unter ihm liegt in der Mittellinie eine aus hohem Zylinderepithel bestehende, chordale Entodermverdickung. Der Mesoblast reicht nur bis an die Seitenwand der Einsenkung und besitzt in seinem medialen Abschnitt mehrere interzelluläre Vakuolen, von denen die 1—2 am weitesten medial gelegenen schon ziemlich gross sind.

Die nächsten 4 Sch. n. v. gehen durch die Hinterwand der Proamniosfalte, in welcher zahlreiche Mitosen gefunden werden.

Der 6. Sch. n. v. trifft den hintersten Rand der Proamniosfalte senkrecht. Das Ektoderm des Proamniosfeldes ist dünn, das Entoderm ein wenig dicker, eine chordale Verdickung nicht mehr vorhanden.

Im 14. Sch. n. v. erreicht das Proamniosfeld seine vordere Grenze; sein Entoderm war in den letzten Schnitten verdickt und besass eine etwas unregelmässige Unterfläche. Seitlich unter dem Mesoblast zahlreiche Entodermzotten und Entoblastanlagerungen. Übergang von Entodermzellen in den Mesoblast hier und da deutlich.

Von jetzt ab stossen die Mesoblasthörner in einer schmalen, medianen Scheidewand zusammen. Im medialen Teil der Mesoblasthörner 1—2 grössere und mehrere kleinere Coelomspalten. Die übrigen vorderen Querschnitte gleichen denen der vorigen Figur; die mediane Scheidewand zwischen den Mesoblasthörnern erfährt noch keine Durchbrechung. —

Der vorderste Anschnitt der beiden Gehirnhöcker stellt sich in Form zweier kleiner, noch im Grunde der Einsenkung befindlicher Hügel dar, welche durch einen ebenen Streifen aus hohem Zylinderepithel miteinander verbunden werden. Dieser Streifen ist der Durchschnitt durch die vordere kleine, dreieckige, vertiefte Stelle zwischen den Gehirnhöckern im Flächenbild. Die chordale Entodermverdickung erscheint breit, besteht aus hohem Zylinderepithel und setzt sich von dem seitlichen, niedrigen Entoderm deutlich ab.

In den folgenden Schnitten erhöhen sich die Gehirnhöcker und werden durch eine ausgerundete, breite Medullarfurche von einander getrennt; ihr Epithel nimmt an Dicke beträchtlich zu.

Im 5. Sch. n. h. tritt unter dem einen, im 6. Sch. auch unter dem andern Gehirnhöcker Mesoblast auf, welcher mit dem seitlichen Mesoblast zusammenhängt. Die mediane Partie zwischen Medullarfurche und chordaler Entodermverdickung bleibt davon frei.

Vom 8. Sch. ab beginnen die Gehirnhöcker an der Oberfläche hervorzutreten. In dem lateral von ihnen befindlichen Mesoblast erscheinen 2—3 grössere und mehrere kleine Coelomspalten; von der medialen grösseren dringt eine Fortsetzung in die verdickte Mesoblastmasse unter den Gehirnhöckern ein. Die medialen, ausgezogenen Enden des Mesoblastes bleiben noch vom Entoderm getrennt. Vgl. Textfig. 55, welche den 12. Sch. darstellt.

Vom 14. Sch. ab verschwindet der Coelomspalt aus der medialen Mesoblastverdickung. Die chordale Entodermverdickung ist schmaler, niedriger und unansehnlicher geworden, als in den vorigen Schnitten. Auf der linken Seite

ist keine Grenze mehr zwischen Mesoblastrand und Chordaentoderm zu erkennen. Die interzellulären Coelomspalten werden kleiner.

Im 17. Sch. verschwindet auch auf der andern Seite die scharfe Grenze zwischen Mesoblastrand und Chordaentoderm. Zugleich beginnt das Entoderm unmittelbar darunter, sich etwas von dem Chordaentoderm abzusetzen, eine Grenzspalte ist aber nicht vorhanden.

Im darauffolgenden (18.) Sch. spalten sich die beiden medialen Mesoblastenden von dem Chordaentoderm ab, während im nächsten (19.) Sch. wieder ein Zusammenhang zu bestehen scheint.

Vom 24. Sch. ab bleibt ein breiter Zusammenhang zwischen Mesoblast und Chordaentoderm. Das letztere ist ganz unscheinbar geworden, hat den epithelialen Charakter fast verloren und erscheint als mittlerer Teil der medianen Mesoblastverdünnung, die von der einen zur andern Seite jetzt kontinuierlich hinüberzieht. Das dünne Entoderm hat sich medianwärts vorgeschoben und ist fast bis an die Mittellinie abzugrenzen. Nur die mediane Partie der Chordaanlage bleibt noch frei davon. Die interzellulären Vakuolen sind im Mesoblast fast verschwunden.

Im 28. Sch. n. h. ist die Chordaanlage vom Entoderm ganz unterwachsen, das Entoderm lässt sich aber von der Chordaunterfläche in der Mittellinie nicht abgrenzen. Die breite Rückenfurche fängt an, die Ektodermwülste daneben flachen sich ab. Noch besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Mesoblast und Chordaanlage.

Im nächsten (29.) Sch. lässt sich das dünne Entoderm unter der Chorda in ganzer Ausdehnung deutlich abgrenzen, liegt der Chorda aber dicht an. Die letztere erscheint schmal bandförmig, ist links vom Mesoblast abgespalten, hängt rechts aber noch damit zusammen.

Im folgenden (30.) Sch. trennt sich auch auf der andern Seite der Mesoblast von der Chorda ab.

Dieser Befund erhält sich bis zum 47. Sch. n. h. Unter dem Ektoderm der breiten Rückenfurche liegt die dünne, bandartige, vom Mesoblast abgetrennte Chorda, mit deren Unterfläche das dünne Entoderm fest verbunden ist, sodass oft eine Grenze nicht gefunden werden kann. Die mediane Partie der Chorda springt mit dem sie bedeckenden Entoderm bisweilen leicht kielartig nach unten gegen die Subgerminalhöhle vor. Im extraembryonalen Mesoblast nur hier und da noch ganz vereinzelte interzelluläre Vakuolen.

Vom 48. Sch. an verschwindet die Grenze zwischen medialen Mesoblastenden und Chorda wieder. Im verdickten embryonalen Mesoblast beginnen die Kerne, sich an der oberen Fläche in einer Schicht anzuordnen, eine Erscheinung, die auch in den vorhergehenden Schnitten schon auftrat. Zugleich verbreitert sich der Grund der Rückenfurche etwas, und über der Chorda tritt eine ganz flache Erhebung des Ektoderms ein.

Vom 50. Sch. ab vertieft sich links neben der Chordaerhebung eine leicht asymmetrische Verbindungsfurche. Die Chorda ist auf beiden Seiten wieder völlig vom Mesoblast isoliert.

52. Sch. Die Chorda verdickt sich ein wenig und erhält einen flachen, linsenförmigen Querschnitt. Die Verbindungsfurche schneidet tief ein.

Im 53. Sch. ist der Mesoblast links wieder kontinuierlich mit der Chorda verbunden.

Im 54. und 55. Sch. verdickt sich die Chorda noch etwas mehr. Ihre obere Zellmasse gewinnt ein epithelartiges Aussehen. Unter ihr ist das Entoderm ein wenig verdickt.

Im 57. Sch. verschmilzt die Chorda jederseits breit mit dem Mesoblast; ihre Zellenmasse erhält ein mehr indifferentes Aussehen. Das Entoderm lässt sich in der Mittellinie nicht mehr abgrenzen.

58. Sch. Die aus der Verbindungsfurche hervorgegangene Ektodermeinsenkung ist medianwärts gerückt, schmal und tief. Unter und rechts neben ihr geht das Ektoderm kontinuierlich in das indifferente, darunter gelegene, durch Verschmelzung der Chorda und des Mesoblastes entstandene Gewebe über. Hier ist also die vordere Grenze der Primitivrinne und des Primitivblastems zu suchen.

Im 59. Sch. tritt auch links von der Primitivrinne Primitivblastem auf. Der Primitivstreif ist an der Unterseite leicht abgerundet.

Im 60.—62. Sch. nehmen die Primitivlippenhöcker mit ihrem indifferenten Gewebe an Höhe zu, während die enge Primitivrinne selbst noch mehr nach unten vordringt. Das Entoderm ist im Bereich des Primitivstreifens fest mit dem indifferenten Gewebe verbunden, während es lateral davon unter dem Mesoblast isoliert verläuft.

Im 63. Schnitt schneidet die Primitivrinne in einem schmalen Spalt nach unten hin durch, sodass eine Kommunikation zwischen der Oberfläche des Embryos und der Subgerminalhöhle entsteht. Die Wandung des Spaltes zeigt von oben bis unten gegen das Entoderm hin Epithelstreifung; in der Wand ganz an ihrer Oberfläche eine Mitose mit vertikal gestellter Spindel. Das Entoderm grenzt sich jetzt von der Unterfläche des Primitivlippenhöckers ab und ist an den unteren Rand des Spaltes angeheftet. Im Spalt etwas Detritus.

Im folgenden (64.) Sch. ist die Kommunikationsspalte etwas breiter geworden und wird z. T. von Detritus ausgefüllt. Das Bild hat sehr grosse Ähnlichkeit mit Textfig. 33e auf Seite 140, nur sind in der letzteren Figur Ektoderm und Mesoblast der Seitenlippen bis gegen das Metastom hin getrennt. In dem vorliegenden Querschnitt der Fig. 117 wird aber zum Unterschiede davon der ganze Lippenhöcker, der auch etwas höher als in Textfig. 33e ist, ausschliesslich von Primitivblastem gebildet.

Im folgenden (65.) Sch. ist die Öffnung schon wieder geschlossen und wird ausgefüllt von einer Ektoblastemmasse mit unregelmässiger, mit Detritus bedeckter Oberfläche; an der letzteren liegt ein Zellkern fast ganz frei vor. Es macht den Eindruck, dass die Öffnung durch Zerfall dieser Zellmassen entstanden ist und sich noch weiter nach hinten hin hätte ausdehnen können. Die Epithelstreifung der Lippen reicht bis an das Ektoblastem im Grunde der Rinne heran.

Im 66. und 67. Sch. zeigt das Ektoblastem im Grunde der Rinne das gleiche Aussehen, wie im vorigen Schnitt; 3 Kerne liegen fast ganz nakt an der Oberfläche, die von Detritus bedeckt wird. An der Unterfläche des Schnittes springen die Lippenwülste in Form zweier flacher Seitenhöcker vor, unter welchen sich das relativ dicke Entoderm sehr deutlich abhebt und von einem Seitenhöcker kontinuierlich auf den andern übergeht.

Im 68. Sch. ebnet sich die Oberfläche des interlabialen Gewebes. Der mit Epithelstreifung versehene Teil der Seitenwülste beginnt, sich in einer nur schwach angedeuteten Grenzfurche abzusetzen. Im 70. Sch. verschwinden die Grenzfurchen wieder.

Vom 72. Sch. ab erhebt sich das interlabiale Ektoblastem zwischen den beiden Seitenwülsten in Form eines dreieckigen, sich nach hinten hin abflachenden und verbreiternden Vorsprunges, entsprechend dem Zwischenhöcker des Flächenbildes. Dieser Querschnitt und die folgenden gleichen dadurch der Textfig. 33h und den Textfig. 41c und d. Die Seitenwülste flachen sich allmählich ab.

Vom 82. Sch. ab beginnen die Seitenwülste zu verstreichen.

Im 85. Sch. ist auch der Zwischenhöcker verschwunden.

Figur 118. (Vergr. ca. 20.)

Ei rundlich. Keimhof kreisrund, 14 mm im Durchmesser. In seiner Mitte der Embryo. Ein deutlicher Mesoblast von 4,5 mm Durchmesser umgab den Embryo, dann folgte eine Zona pellucida, darauf die Zona opaca.

Der Embryo setzt sich, im Flächenbilde bei schwächerer Vergrösserung betrachtet, aus zwei parallelen, durch eine Furche von einander getrennten, weisslichen Streifen zusammen. Die Medullarfurche ist ausgebildet, in der Mitte am weitesten. Die Gehirnhöcker sind aussergewöhnlich schmal, springen nach vorn und unten vor und erscheinen an der Unterfläche als kleiner, hakenartig vorragender Querwulst. Vor den Gehirnhöckern erhebt sich das Amnios als schmale Falte. Vorn hat sich im Bereiche der ehemaligen, mit einander verschmolzenen Mesoblasthörner bereits ein grosses Exocoelom gebildet.

Hinten führt die Medullarrinne unter Verbreiterung direkt in die Primitivrinne über. Die letztere ist ziemlich lang, schmal und tief, verläuft nicht ganz gerade und gabelt sich nach hinten hin in die beiden Grenzfurchen. Die Gegend in der Nachbarschaft der Primitivrinne tritt als flache, weissliche Erhebung ein wenig an der Oberfläche des Keimes hervor.

Der 1. Sch. vor den Gehirnhöckern geht durch den schmalen, von den Seiten her eingeengten präcerebralen Spalt. Nur der schmale Grund des Spaltes besteht noch aus den beiden primären Keimblättern. Seitlich und oben ist der Mesoblast vorgedrungen und durch ein grosses Exocoelom in sein parietales und viscerales Blatt zerlegt.

Das Exocoelom dringt links bis an den äussersten Rand des Mesoblastes vor, rechts nicht ganz: hier liegen noch 2—3 kleine Coelomräume, welche mit dem grossen Hohlraum noch nicht zusammengeflossen sind.

Die beiden nächsten Sch. gehen durch die schon schmal gewordene Hinterfläche der Amniosfalte.

Der folgende (4.) Sch. ist durch den vorderen Rand des Amnios gefallen und zeigt eine breite, mediane Kommunikation der beiden seitlichen Coelomräume.

Der Mesoblast mit seinem Exocoelom ist also schon vollständig in die ursprüngliche Proamniosfalte eingedrungen, sodass hier vor dem Embryo kein Proamnios mehr, sondern schon eine echte Amniosfalte liegt, wie auch das Flächenbild bereits vermuten liess. Die mediane Scheidewand zwischen den beiden Coelomräumen ist völlig geschwunden. Parietales und viscerales Blatt klaffen weit von einander. Lateralwärts ist das Entoderm unter dem Coelom verdickt und mit mehreren grossen Sprossen versehen.

Dieses Bild erhält sich bis zum 18. Sch. n. v., nur wird der Exocoelomraum allmählich kleiner.

Im 19. Sch. taucht an der unteren Wand des Exocoeloms ein kleiner, frei nach oben vorragender Rest der medianen Scheidewand auf. Das Entoderm unter dem Exocoelom ist sehr dick und erhält zahlreiche, grosse Sprossen. Zwischen Mesoderm und Entoderm hier und da, auch in den früheren Schnitten, mittelgrosse Hämangioblasten.

Im 30. Sch. n. v. wird die mediane Scheidewand vollständig, sodass von jetzt ab 2 kleine, getrennte Exocoelomräume gefunden werden. In den nächsten Schnitten verbreitert sich die Scheidewand schnell, die Exocoelome werden kleiner und verschwinden schliesslich ganz: der vorderste Mesoblastrand ist erreicht. In dem breiten Zwischenraume zwischen den vordersten Coelomspitzen fehlt z. T. der Mesoblast.

Alsdann folgt in der Serie die Zona pellucida: ein einschichtiges, sehr dünnes Ektoderm, unter welchem ein etwas dickeres, einschichtiges, aus kubischen oder fast kubischen Zellen bestehendes, glattes Entoderm liegt. Das letztere geht dann im Bereich der Zona opaca in ein sehr unregelmässiges, verschieden dickes, meist mehrschichtiges Dotterentoblastlager über, welches dadurch ausgezeichnet erscheint, dass es reich an eingelagerten grösseren Dottertröpfchen ist. —

Der 1. Sch. durch die Gehirnanlage zeigt die beiden isolierten Anschnitte der vordersten Spitzen der Gehirnhöcker.

Diese Anschnitte bleiben als längliche, fast elliptische, mit ihrer Längsachse vertikal gestellte Querschnitte in den nächsten 4 Sch. noch isoliert. Das Ektoderm, welches die Einsenkung, in welcher die beiden Querschnitte liegen, auskleidet, besteht aus einem mässig hohen Zylinderepithel. Das Entoderm ist nicht so dick und entbehrt einer chordalen Verdickung vollkommen. Der Mesoblast weicht seitlich etwas zurück, sodass das Proamniosfeld sich vergrössert.

Im 6. Sch. tritt in der Mitte der beiden Gehirnquerschnitte ein mit Mesoblastzellen angefüllter Hohlraum auf. Zugleich setzt sich die laterale Wand der Gehirnquerschnitte mit der Wand der Einsenkung in Verbindung.

In den nächsten 3 Sch. vervollständigt sich die Verbindung der Gehirnhöcker mit der Seitenwand derart, dass das Ektoderm mit dem Gehirnhöckerepithel und der seitliche Mesoblast mit dem zentralen Mesoblast der Gehirnhöcker in Zusammenhang tritt. Die Gehirnanlagen erscheinen dadurch gewissermassen als Anhänge der Seitenwand der Einsenkung und werden durch eine mediane, schmale, vertikale, nach unten sich verbreiternde Spalte von einander getrennt. Die Mesoblastmasse der Gehirnanlagen bleibt von Coelom frei. In den folgenden (10.—12.) Sch. verbreitert sich die Ansatzstelle der Gehirnhöcker.

Vom 13. Sch. ab flacht sich die mediane Spalte zwischen den Gehirnhöckern ab, die Schnitte gehen durch den hakenartigen, medianen Fortsatz des Unterflächenbildes. Da das mediane Entoderm dieser Gegend in den Querschnitten schräg getroffen wird, lässt sich das nähere Verhalten des Entoderms nicht feststellen.

Erst im 21. Sch. n. h. ist dies möglich. Die beiden aus dickem, geschichtetem Zylinderepithel bestehenden Gehirnhöcker ragen als abgerundete Hügel vor und werden durch eine fast winkelige Medullarfurche von einander getrennt. Unter jedem Höcker liegt der solide, verdickte Mesoblast. In ihm finden sich lateralwärts dicht neben dem Gehirnhöcker 2—3 kleine, interzelluläre Vakuolen, auf welche dann ein grosses Exocoelom folgt. Ganz am

lateralen Rande des extraembryonalen Mesoblastes finden sich wieder ein paar interzelluläre Vakuolen, unter welchen das Entoderm verdickt und mit Sprossen versehen ist. Hier lagern auch oft grössere Hämangioblasten.

Medialwärts scheint der Mesoblast links in das Chordaentoderm überzugehen, rechts ist er davon getrennt.

Das Chordaentoderm stellt eine sehr deutlich abgesetzte, aus hohem Zylinderepithel bestehende Verdickung dar, welche seitlich in das dünne Entoderm übergeht. Seine Unterfläche bildet eine breite Chordarinne mit vorspringenden Rändern.

In den beiden folgenden (22., 23.) Sch. vollzieht sich die Unterwachsung der Chorda durch das Entoderm, wie es scheint, unter Verdickung des Entoderms, doch sind die Einzelheiten nicht recht klar.

Im 24. Sch. ist die Unterwachsung vollendet. Die Chorda erscheint schmal bandförmig, das Entoderm an ihrer Unterfläche fest angeheftet. Die beiden Mesoblaste sind von der Chorda abgespalten. Die Exocoelomräume verkleinern sich.

Bis zum 62. Sch. u. h. treten nun keine wesentlichen Veränderungen ein. Die Gehirnhöcker gehen allmählich in die noch wenig hervortretenden Medullarwülste über, welche eine breite, aus der Verengerung der Rückenfurche hervorgegangene Medullarfurche begrenzen. Die medialen Mesoblastwülste verdicken sich beträchtlich zu einer auf dem Querschnitt dreieckigen Masse. Die Chorda plattet sich anfangs stark ab und besteht zeitweise nur aus einer einzigen dünnen Zelllage, unter welcher sich das dünne Entoderm deutlich unterscheiden lässt. Mit dem Mesoblast hängt die Chorda nur ausnahmsweise zusammen. In den letzten 10 Sch. verdickt sich die Chorda unter Verschmälerung wieder ein wenig zu einem auf dem Querschnitt fast elliptischen Gebilde. Dabei tritt sie in einer Reihe von Sch. aus der Medianlinie nach links, weil die Medullarfurche etwas asymmetrisch einschneidet. Dies Einschneiden kann soweit gehen, dass das Medullarepithel zwischen Chorda und Mesoblast eindringt und direkt an das Entoderm anstösst. Das grosse Exocoelom ist verschwunden, statt dessen finden sich im extraembryonalen Mesoblast mehrere kleine Vakuolen, unter welchen das Entoderm dick und unregelmässig ist; unter dem kompakten medialen Mesoblast erscheint das Entoderm dagegen dünn und glatt.

Vom 63. Sch. ab findet innerhalb der in den vorhergehenden Sch. etwas erweiterten Medullarfurche der Übergang in die Primitivrinne in folgender Weise statt.

Vom 64. Sch. ab stösst das Medullarepithel unmittelbar an die Chorda an und geht direkt in sie über. Oberhalb dieser Stelle führt eine kurze, spitzwinkelige Einsenkung des Medullarepithels in die Tiefe. Unterhalb ist das Entoderm fest angelötet. Der Mesoblast ist jederseits scharf davon getrennt. Schon im vorhergehenden Sch. (63.) wurde dieser Zustand dadurch eingeleitet, dass die Chorda dem Ektoderm dicht anlag; sie liess sich aber noch davon abgrenzen.

Bis zum 68. Sch. bleibt dies Verhalten der Chorda, während die beiden Mesoblastwülste noch völlig isoliert sind. Die Rinne über dieser Stelle vertieft sich dabei zu der feinen, schmalen Spalte des Flächenbildes. Auch das Entoderm bleibt der Unterfläche median dicht angeheftet, während es unter dem Mesoblast isoliert verläuft.

Im 69.—72. Sch. treten die beiden Mesoblaste mit der Chordaanlage und dem Epithel im Grunde der Rinne in Verbindung, die Verbindungsstelle bleibt aber noch klein und auf den Grund der Primitivrinne beschränkt, sodass nur erst ein ganz minimaler Primitivstreif entsteht.

Erst im 73. Sch. und den folgenden greift das Primitivblastem mehr nach oben über, sodass der Primitivstreifen breit wird und sich auch an der Unterfläche des Sch. etwas hervorwölbt. Das Entoderm ist hier fest angelötet und optisch nicht oder nur undeutlich abzugrenzen.

Vom 77.—80. Sch. erlangt das Primitivblastem seine grösste Dicke und wird zu einem nach unten abgerundet vorspringenden Hügel, dem Primitivhöcker. Vom 79. Sch. ab verflacht und verbreitert sich die Primitivrinne, welche vorher sehr schmal und tief war und mit ihrem untern Ende sich ein wenig umbog.

Im 82. Sch. tritt im Grunde der Rinne ein kleiner Pfropf mit anhängendem Detritus auf; die Epithelstreifung reicht nur bis in die Nähe dieses Pfropfes. Hier erreicht die Primitivrinne ihr hinteres Ende, die Metastomrinne beginnt.

In den nächsten Sch. vergrössert und verbreitert sich der aus Ektoblastem bestehende Pfropf, erhält eine glatte Oberfläche und grenzt sich von den Seitenwülsten durch zwei deutliche Furchen ab. Besonders die rechte Furche schneidet tiefer ein und wird zu einer schräg gerichteten Spalte. Dieses interlabiale Ektoblastem repräsentiert den dreieckigen Zwischenhöcker des Flächenbildes. Das indifferente Gewebe wird dünner und lockerer, unter ihm sondert sich das Entoderm ab.

Im 93. Sch. verstreichen die Furchen, die Oberfläche des niedriger werdenden Ektoblastemhügels wird glatt.

An die Stelle des Hügels tritt dann ein immer unansehnlicher werdender Ektoblastemstreif, welcher schliesslich in den Mesoblast und das Ektoderm des hintern Mesoblastfeldes übergeht. —

Im hintern Mesoblastfelde sind viele kleine, interzelluläre Vakuolen entstanden. Die zahlreichen Hämangioblasten besitzen verschiedene Grösse, sind meist aber schon ansehnlich gross.

Figur 119. (Vergr. ca. 18.)

(Vgl. auch das Unterflächeubild der Fig. 145 auf Taf. VI.)

Amniosfalte und Exocoelom ähnlich wie in der vorigen Figur.

Die Gehirnhöcker breit, gewölbt, mit ihrem vorderen Rande in die Tiefe eingesenkt. Die noch breite Rückenfurche geht hinten durch Vermittelung einer Verbindungsfurche in die schmale, gerade Primitivrinne über, welche sich an ihrem hinteren Ende in die beiden Grenzfurchen gabelt; zwischen den letzteren der dreieckige Zwischenhöcker.

An der Unterseite (Fig. 145 auf Taf. VI) springt vorn der Querwulst der nach unten vorwachsenden Gehirnhöcker vor, dessen mittlerer Teil mehr geradlinig ist und sich unter einem Winkel von den Seitenrändern absetzt. Unter dem Wulst ist die Kopfdarmnische bereits angedeutet. Hinten sind die Seitenhöcker fast schon verschmolzen; nur eine schmale, sehr flache, mediane Furche grenzt sie noch undeutlich von einander ab.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten.

Der Mediansch. ist ziemlich genau durch den Grund der Primitivrinne gegangen. Im Primitivblastem, dessen Epithelstreifung an der Oberfläche deutlich ist, mehrere Mitosen mit vertikal gestellter Spindelachse.

Der ganze, den hinteren Teil des Embryos bildende, aus indifferentem Keimgewebe bestehende Höcker lässt deutlich einen vorderen und einen hinteren Abschnitt unterscheiden. Der vordere ist intensiver gefärbt und besteht aus mehr kompaktem Gewebe, dessen Zellenzüge eine auffällige, von oben nach unten und vorn gerichtete Anordnung zeigen. Dieser Teil entspricht der Ausdehnung der Primitivrinne. An seiner abgerundeten Unterfläche ist das Entoderm fest angeheftet. Der hintere Abschnitt entspricht der Metastomrinne und besteht aus mehr locker angeordneten, ein schwächer gefärbtes Ektoblastem zusammensetzenden Zellen; das Entoderm ist davon isoliert. Dieser Teil ist nicht so dick als der vordere.

Nach vorn differenziert sich aus dem Primitivblastem Medullarepithel, Chorda und Entoderm. Das letztere hat die Chorda bis zum vorderen Drittel unterwachsen. Hier liegt das Entoderm frei und wird besonders unter den Gehirnhöckern von hohem Zylinderepithel gebildet.

Vorn ist der zweischichtige Keim hakenförmig nach unten umgebogen.

Von der Amniosfalte erscheint nur noch die untere Hälfte zweischichtig. In die obere Hälfte der Falte ist der Mesoblast mit seiner grossen Exocoelomhöhle eingedrungen, sodass das Proamnios vor dem Embryo verdrängt ist und die im Flächenbilde sichtbare Falte ein echtes Amnios darstellt. Das Exocoelom dringt bis fast an den vorderen Rand des Mesoblastes vor, in welchem sich noch 1—2 kleine, interzelluläre Vakuolen vorfinden, welche noch nicht mit dem Exocoelom zusammengeflossen sind. Vorn unter dem Exocoelom ist das Entoderm stark verdickt und unregelmässig, im Bereiche des kleinen Proamniosfeldes ist es verdünnt und glatt. Hinter dem Embryo liegen im Mesoblast mehrere kleinere Coelomspalten. Vgl. auch Textfig. 54, den Medianschnitt durch ein etwas älteres Stadium.

In den sich rechts und links anschliessenden Sagittalschnitten geht die Chorda in den seitlichen Mesoblast über, die Grenze zwischen beiden ist in den Längsschnitten nicht deutlich zu erkennen. Hinten werden Primitivlippenhöcker und Metastomwulst angeschnitten; der Primitivhöcker verdickt sich etwas und rundet sich nach unten hin mehr ab. Vorn dringt der Mesoblast bis unter die Gehirnanlage vor.

Es folgen dann jederseits die Sagittalschnitte durch die Seitenwände der noch kurzen Kopfdarmhöhle und durch die beiden Gehirnhöcker. Der Mesoblast verdickt sich besonders vorn; unter den Gehirnhöckern tritt hier zuerst eine kleine Coelomspalte auf. Das mesoblastfreie Proamniosfeld wird um so kleiner, je weiter die Schnitte lateralwärts fallen, bis schliesslich die beiden Mesoblaste zusammenfliessen. Das geschieht im 13.—15. Sagittalsch. Schon vorher haben sich hinten die Höcker abgeflacht, das Ektoderm hat sich verdünnt und von dem Mesoblast getrennt. Hinten finden sich im Mesoblast viele kleine interzelluläre Vakuolen und schon grössere Hämangioblasten, vorn werden die Coelomspalten kleiner. Die folgenden Schnitte bieten weiter nichts Bemerkenswertes. Auch in dem Mesoblast lateral von dem Embryo treten schon zahlreiche kleine Vakuolen auf. Unter dem vorderen Rande des Mesoblastes ist wieder das Entoderm stark verdickt und mit dicken Sprossen versehen. In den Sprossen hier und da grössere Hämangioblasten.

Figur 120. (Vergr. 18.)

Keimhof und Mesoblastfeld wie in Fig. 116.

Gehirnhöcker breit und etwas flach, vorn eingesenkt. Zwischen ihnen entwickelt sich die Medullarfurche, welche bis gegen die Primitivrinne hin schon ausgebildet, aber noch flach ist. Hinten divergieren die beiden Medullarwülste und fassen das vordere Ende der Primitivrinne zwischen sich. Die letztere erscheint als mediane, lineare, dunkle Spalte, deren hinteres Ende sich in die beiden flachen, schmalen Grenzfurchen gabelt, zwischen denen ein dreieckiger Zwischenhöcker liegt. Die ganze Umgegend der Primitivrinne ist weisslich, undurchsichtig, aber eben und flach. Vor den Gehirnhöckern tritt die Amniosfalte hervor, vor und neben welcher zwei grosse Coelomräume entstanden sind, die noch durch eine mediane Scheidewand von einander getrennt werden.

Fig. 146 auf Taf. VI gibt die Unterfläche dieses Embryos wieder. Hinter der Einsenkung der Gehirnanlage wird der erste Anfang der Kopfdarmnische sichtbar. Die Unterfläche dahinter ist in transversaler Richtung konvex, in der Mittellinie scheint die Medullarfurche als dunkler, verdünnter Streifen durch. Den Abschluss bildet hinten der Primitivhöcker.

In der Querschnittsserie ist der ehemalige Proamniosrand schon in Amnios übergeführt. Die noch nicht durchbrochene mediane Wand trennt die beiden Coelomräume.

Die ersten vier Querschnitte nach hinten gehen durch das nach vorn isoliert vorragende, quer ovale, an der Oberfläche fast plane Vorderende der Gehirnanlage. Darunter liegt das aus verdicktem Ektoderm und Entoderm bestehende Proamniosfeld.

Im 5.—6. Sch. setzt sich die Gehirnanlage mit dem Ektoderm des Proamniosfeldes in Verbindung. In ihrer Mitte erscheint der Anschnitt des aus Zylinderzellen bestehenden Entoderms der Kopfdarmnische.

Im 7. Sch. öffnet sich das Lumen des Kopfdarms. Das Entoderm des letzteren beginnt, sich nach unten mit dem Entoderm der Subgerminalhöhle in Verbindung zu setzen. Seitlich oben findet sich zwischen Kopfdarm und Ektoderm der Gehirnanlage etwas Mesoblast. Die Oberfläche der Gehirnanlage noch fast plan. Auf jeder Seite im extraembryonalen Mesoblast je ein grosser Exocoelomraum, unter dessen peripherem Teil das Entoderm stark verdickt ist.

Im 10. Sch. tritt das Lumen des Kopfdarms breit mit der Subgerminalhöhle in Verbindung. Auf der Oberfläche der Gehirnanlage senkt sich eine flache Medullarfurche ein. Eine chordale Entodermverdickung noch nicht vorhanden. Der stärker gewordene Mesoblast ist getrennt vom Entoderm.

Im 12. und 13. Sch. setzt sich jederseits der Mesoblast unter den Gehirnhöckern mit dem extraembryonalen Mesoblast in Verbindung. Eine chordale Verdickung des aus Zylinderepithel bestehenden Entoderms der Kopfdarmrinne beginnt. Der Mesoblast scheint mit diesem Chordaentoderm in Verbindung zu stehen.

Im 16.—20. Sch. vollzieht sich die Unterwachsung der Chorda durch das Entoderm. Die Medullarrinne vertieft sich.

Vom 22. Sch. ab ist die Chorda dünn, bandartig, an ihrer Unterfläche mit dem Entoderm fest verbunden. Neben den beiden Gehirnhöckern eine niedrige Amniosfalte. Kleine Exocoelomspalten dringen bis an den Rand des Mesoblastfeldes vor.

Das Entoderm seitlich von der Chorda verdünnt sich, bleibt aber bis zum 31. Sch. am Rande der Embryonalanlage noch Zylinderepithel.

Im 32.—35. Sch. leitet sich die Ursegmentbildung dadurch ein, dass die Kerne der Mesoblastwülste an ihrem medialen und oberen Rande oberflächlich in eine Reihe rücken und die Zellen selbst den Charakter von Zylinderzellen annehmen. Ein Lumen ist aber noch nicht vorhanden. Die Medullarfurche wird schmal.

Vom 50. Sch. ab verbreitert sich die Medullarfurche.

Vom 61. Sch. ab wird die Chorda ein wenig dicker.

Im 65. Sch. ist die Medullarfurche sehr flach. Die Chorda verschmilzt mit dem Mesoblast. Ihre mit dem Entoderm verlötete Unterfläche springt in der Mittellinie leicht kielartig vor.

Im 65. Sch. entsteht an der Ektodermoberfläche in der Medianlinie eine spitzwinkelige Einsenkung. Chorda, Mesoblast und Entoderm bilden eine einheitliche Masse unter dem davon getrennten Ektoderm. Im 66.–67. Sch. ist die Chorda wieder mehr von der Umgebung abgesetzt. Die mediane Einsenkung des Ektoderms vertieft sich.

Im 69. Sch. kann die Chorda von dem Ektoderm unterhalb der medianen Einsenkung nicht getrennt werden.

Im 70. und 71. Sch. erscheint die Chorda als epitheliale Fortsetzung des Ektoderms; seitlich davon setzt sich der Mesoblast ab.

In den folgenden Sch. wird die Einsenkung zu einer schmalen Primitivrinne. Chorda und Mesoblast verschmelzen zu einem indifferenten Gewebe, welches median in das Ektoderm direkt übergeht.

Bis zum 80. Sch. nimmt die Zellenmasse des Primitivstreifens zu. Die Primitivrinne flacht sich in den letzten Schnitten unter Verbreiterung ab.

Im 81. Sch. bleibt die Mitte der Rinne frei von der Epithelstreifung und wird von Ektoblastem eingenommen, an dessen Oberfläche eine isolierte Zelle mit etwas Detritus liegt. Hier ist die hintere Grenze der Primitivrinne.

Im 82. Sch. quillt das mediane Ektoblastem förmlich hervor und hebt sich in den Grenzfurchen von den Epithelwülsten ab. In den letzteren geht das medialwärts sich schnell verbreiternde Ektoderm breit in das indifferente Gewebe über. Der sich daran anschliessende Mesoblast zeigt eine lockere Anordnung der Zellen. Das Entoderm ist der Unterfläche des Primitivhöckers medianwärts noch fest angeheftet.

Bis zum 89. Sch. verbreitert und flacht sich das Ektoblastem ab. Vgl. etwa Textfig. 42f auf Seite 156. Der Höcker wird niedriger und besteht aus mehr lockeren Zellen. Die Grenzfurchen werden unscheinbarer und verschwinden im 90. Sch. ganz (vgl. etwa Textfig. 42g). Das Entoderm spaltet sich ab.

Der Höcker hört schliesslich ganz auf.

Hinten neben dem Embryo vereinzelte kleine, interzelluläre Hohlräume.

Hämangioblaste schon ziemlich gross.

Figur 121 und 121a. (Vergr. 18.)

Ei gedrungen oval, in seiner Mitte der kreisrunde Keimhof von 15 mm Durchmesser. Nicht ganz in der Mitte des Keimhofes befand sich der von einem 3,9 mm der Länge nach messenden Mesoblasthof umgebene Embryo, dessen Längsachse quer zur Eiachse gestellt war.

Das Proamniosfeld ist noch relativ gross, dreieckig. Die beiden Exocoelome werden vor dem Embryo durch eine mediane Scheidewand von einander getrennt. Die Medullarwülste schwellen vorn keulenförmig zu den Gehirnhöckern an, welche letzteren etwas asymmetrisch sind; der linke ragt etwas mehr nach vorn. Die Medullarfurche

noch breit, besonders in ihrem hintern Teil. Die Primitivrinne bildet einen feinen, linearen, medianen Spalt, welcher nach hinten in die flachen, feinen, nicht sehr deutlich hervortretenden Grenzfurchen ausläuft. Die Primitivlippenhöcker springen hügelartig neben der Primitivrinne vor. Die Umgebung der Primitivrinne und der Grenzfurchen erscheint als kreisrunde, weissliche Stelle.

Fig. 120a ist die Unterseite des Embryos. Die Kopfdarmnische unter der nach unten vorspringenden Gehirnanlage noch kurz. In der Mitte des Embryos markiert sich die Gegend der Medullarfurche als verdünnter, etwas durchschimmernder, dunkler Streifen, in welchem die Chorda als schmale, weisse Linie sichtbar ist. Hinten ragt der abgerundete, grosse Primitivhöcker vor, welcher sich nach hinten hin etwas verlängert.

Der Embryo wurde quer geschnitten.

In der Tiefe der Spalte vor den Gehirnhöckern ist das Proamniosfeld auf den Grund der Spalte beschränkt und besteht aus einem nicht sehr hohen, ektodermatischen Zylinderepithel und einem aus kubischen Zellen zusammengesetzten Entoderm. Seitlich ist der Mesoblast mit seinem grossen Exocoelom bis in den Grund der Spalte vorgedrungen, sodass die Amniosfalte vom Exocoelom ganz eingenommen wird. Mehrere Sch. davor stossen erst die Amniosfalten zusammen, und das schliesslich sehr schmale, in der Tiefe gelegene Proamniosfeld hört auf. Die anfangs dünne, sich später verbreiternde Scheidewand ist noch nicht durchbrochen. —

Der Anschnitt des vordersten Endes der Gehirnhöcker ist biskuitförmig, die eine Hälfte des Querschnitts infolge der Asymmetrie der Gehirnhöcker etwas grösser.

Im 4. Sch. n. h. tritt in dem grösseren Gehirnhöcker zuerst Mesoblast auf, im darauffolgenden auch im anderen.

Im 7. Sch. n. h. erscheint der Anschnitt des Zylinderepithels des Kopfdarmes. Seitlich unten setzen sich die Gehirnhöcker, welche hoch und breit geworden sind, mit dem Ektoderm in Verbindung.

Im folgenden (8.) Sch. bricht zuerst auf der einen Seite das Lumen des Kopfdarms durch.

Im 9. und 10. Sch. ist das Querschnittlumen des Kopfdarms vollständig und setzt sich im 11. Sch. zuerst auf der einen Seite, im 12. Sch. auf beiden Seiten mit der Subgerminalhöhle in breite Verbindung; hier liegt der Eingang in die kurze Kopfdarmnische. Gleichzeitig tritt der Mesoblast unter den Gehirnhöckern mit dem seitlichen Mesoblast in Verbindung, und dringt das Exocoelom medialwärts mehr vor.

Vom 11. und 12. Sch. an erfährt das Zylinderepithel des Kopfdarmentoderms unter der Medullarfurche eine leichte chordale Verdickung. Der Mesoblast scheint mit dem Chordaentoderm in Verbindung zu stehen.

Im 14. und 15. Sch. ist die Verbindung des Mesoblastes mit dem Chordaentoderm auf der einen Seite wohl unzweifelhaft.

Vom 15. Sch. an tritt unter dem höher gewordenen Chordaentoderm eine flache, aber deutliche Chordarinne auf. Lateral von dem grossen Exocoelom in der niedrigen Amniosfalte finden sich bis an den lateralen Rand des Mesoblastes zahlreiche kleine, interzelluläre Vakuolen.

Im 16. Sch. schiebt sich das Entoderm seitlich etwas auf die Chordaanlage vor, sodass die Chordarinne schmäler, aber etwas tiefer wird. Der Mesoblast ist auf beiden Seiten in deutlichem Zusammenhange mit dem Chordaentoderm.

Im 17. Sch. wird das sich vorschiebende Entoderm lateralwärts durch eine sehr feine Spalte von der seitlichen Unterfläche der Chorda abgegrenzt; das mediale, zugeschärfte Ende des Entoderms ist aber an die Chordaunterfläche fest angeheftet, eine Kommunikation nach innen besteht nicht. In dem rechten Entodermende unter der Chorda eine Mitose mit horizontal gestellter Spindelachse. In der Medianlinie bleibt die Chordaunterfläche frei und bildet zwischen den Entodermenden eine schmale, flache Chordarinne.

Im nächsten (18.) Sch. ist die Chordarinne fast ganz verschwunden. Die beiden medialen Entodermenden sind der Unterfläche der Chorda dicht angelagert und springen infolge einer geringen Zellvermehrung etwas unregelmässig vor.

Im 19. Sch. erscheint die Chorda von dem Entoderm völlig unterwachsen. Die Chorda ist breit und hoch, auf dem Querschnitt etwa linsenförmig, der Mesoblast davon anscheinend abgespalten.

In den folgenden Sch. lässt sich das dünne Entoderm unter der Chorda deutlich unterscheiden, liegt aber der ganzen Unterfläche der Chorda dicht an und ist damit fest verbunden. Neben der Chorda verdünnt es sich, während es unter dem Rande der Gehirnhöcker und etwas lateralwärts davon noch hochzylindrisch bleibt. Der Mesoblast ist jetzt deutlich von der Chorda abgespalten.

Vom 24. Sch. ab plattet sich die Chorda stark ab und wird schmal bandförmig. Der Mesoblast tritt anscheinend bald damit in Verbindung, bald ist er deutlich davon getrennt. Die Amniosfalten verstreichen. Der grosse Exocoelomraum zerfällt in mehrere kleine.

Im Mesoblast ordnen sich unter dem Medullarwulst die Kerne in einer Schicht an der Oberfläche an, während die dazugehörigen Zellen mehr den Charakter von Zylinderzellen annehmen. Ein Ursegmenthohlraum oder eine Segmentabgrenzung besteht aber noch nicht. Hier und da ist das Entoderm von der Unterfläche der dünnen Chorda auch schon isoliert.

Textfig. 42a auf Seite 156 bildet den 42. Sch. n. h. ab, welcher durch den hinteren, breiten Teil der Medullarfurche gegangen ist.

Vom 60. Sch. ab wird die Chorda ein wenig höher und rückt etwas aus der Mittellinie heraus nach links, sodass Ektoderm und Entoderm neben dem Rande der Chorda aneinanderstossen.

Vom 67. Sch. ab hört die breite Medullarfurche auf und beginnt an ihrer Stelle eine anfangs winkelige, mediane Einsenkung des Ektoderms, welche immer enger und tiefer wird.

Textfig. 42b auf Seite 156 ist der 71. Sch. n. h. Die Spalte ist eng und tief und wird von gewulsteten Seitenrändern begrenzt. Die Chorda liegt extramedian links und ist deutlich vom Mesoblast abgeschieden. Das Entoderm zieht frei darunter hinweg.

3 Sch. darauf (74.) fliessen Chorda und Mesoblast unter dem Ektoderm zu einem indifferenten Gewebe zusammen. Textfig. 42c.

Im 77. Sch. tritt das Ektoderm breit mit dem darunter gelegenen indifferenten Gewebe in Verbindung, die Zellenmasse neben der Primitivrinne ist dichter und daher dunkler gefärbt, als der mehr lockere Mesoblast lateralwärts. Das Entoderm kann an der Unterfläche des Primitivblastems noch unterschieden werden, ist aber fest angeheftet.

Textfig. 42d repräsentiert den 78. Sch. An der Unterfläche des Primitivblastems ist noch die Grenze zwischen den beiden ursprünglichen Seitenhöckern angedeutet. Das Primitivblastem bildet eine dicke Schicht.

Im folgenden (79.) Sch. lässt sich das Entoderm an der Unterfläche des Primitivhöckers nicht mehr unterscheiden.

Vom 80. Sch. ab flacht sich die Primitivrinne ab, während der Primitivhöcker noch etwas an Dicke zunimmt. Seitlich davon befinden sich im extraembryonalen Mesoblast zahlreiche kleine interzelluläre Spalträume.

Im 81. Sch. erreicht die Primitivrinne ihr hinteres Ende. In der Rinne taucht ein kleiner, aus Ektoblastem bestehender Zellvorsprung auf, bis an welchen die Epithelstreifung heranreicht. Der Zellvorsprung sieht aus, als wäre er in Abstossung begriffen.

Der Vorsprung verbreitert sich in den nächsten Schnitten zu einem flachen Ektoblastemhöcker (Zwischenhöcker) mit glatter Oberfläche, welcher sich von den mit Epithelstreifung versehenen Wülsten durch eine deutliche, flache Grenzfurche jederseits abhebt. Textfig. 42f ist der 84. Sch. und durch die Mitte der hinteren Gabeläste auf dem Primitivhöcker gegangen; der letztere fängt an, sich zu verkleinern.

Vom 93. Sch. ab verschwindet die Abgrenzung des Zwischenhöckers In der Richtung der Metastomrinne zieht sich noch durch eine Anzahl von Schnitten ein immer dünner werdender Ektoblastemstreifen hin, in welchen jederseits das Ektoderm direkt übergeht. Das Entoderm ist an der Unterfläche deutlich abgetrennt. Textfig. 42g ist der 94. Sch. n. h.

Schliesslich tritt an Stelle des Ektoblastemstreifens, dessen Unterfläche alsbald auch nicht mehr nach unten vorragt, mit kleinen interzellulären Vakuolen durchsetztes Mesoblastgewebe. —

Im Mesoblast zahlreiche Hämangioblasten von verschiedener Grösse, die grössten beherbergen schon zahlreiche Kerne.

Am vorderen Rande des Mesoblastfeldes ist das Entoderm verdickt und mit zahlreichen dicken Entoblastsprossen besetzt. Hier ist noch häufig ein Übergang von dotterhaltigen Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast zu konstatieren.

Tafel VI.

Figur 126. (Vergr. 20.)

Ei gedrungen oval, etwas über die Hälfte des Eies ist vom Keimhof überwachsen, der Rand des Keimhofes greift auf die untere Eihälfte über.

Embryo ziemlich in der Mitte des Keimhofes, fast parallel zur Eiachse gestellt.

Die Gehirnhöcker keulenförmig. Die Medullarfurche ist zwischen den hinteren Flächen der Gehirnhöcker und unmittelbar dahinter eng, verbreitert sich dann, um sich hinten wieder etwas zu verengern; die hintern Enden der Medullarwülste divergieren sodann und beginnen, die Primitivrinnengegend zu umfassen. Die Abgrenzung der Neuroprimitivplatte ist schon angedeutet. Die Primitivrinne, welche vom Lithographen versehentlich ein wenig zu weit nach vorn verlängert ist, bildet einen schmalen, dunklen, tiefen, medianen Spalt, welcher seitlich von gewulsteten Primitivlippenhöckern begrenzt wird. Vom hintern Ende der Primitivrinne gehen die flachen Grenzfurchen aus, zwischen welchen der Zwischenhöcker liegt; seitlich davon befinden sich die Nebenhöcker.

An der Unterseite springt die Gehirnanlage hakenartig vor. Der Primitivhöcker bildet einen halbkugeligen Vorsprung, welcher nach hinten hin eine flache Fortsetzung hat. Die verdünnte Gegend der Medullarfurche schimmert als dunkler Streif durch, in dessen Mitte die Chorda hinten als mediane, weissliche Linie hervortritt. Vgl. Fig. 134.

An dem gefärbten, aufgehellten Präparat erscheinen die Gehirnhöcker und der Primitivhöcker dunkel.

Vor dem Embryo ist das Proamniosfeld noch relativ gross, dreieckig; die beiden Exocoelome sind vorn in der Mitte noch durch eine breite Scheidewand von einander getrennt. An der Peripherie des 4,5 mm messenden, fast kreisrunden Mesoblastfeldes werden die Hämangioblasten als kleine, unregelmässige Flecken und Stippchen im gefärbten Flächenpräparat deutlich.

Da der linke Gehirnhöcker etwas weiter nach vorn vorragt, als der rechte, wird er in der Querschnittserie zuerst getroffen. Der Mesoblast ist mit seinem Exocoelom in die ehemalige Proamniosfalte schon bis an den Grund der Einsenkung, in welcher die Gehirnhöcker liegen, vorgedrungen. Das Proamniosfeld besteht aus einem dünnen Ektoderm und einem ein wenig dickeren Entoderm.

In den 6 ersten Sch. durch die Gehirnanlage bleiben die Querschnitte durch die beiden Gehirnhöcker noch von einander isoliert: jeder bildet ein mit dem längsten Durchmesser vertikal gestelltes Oval. Im 6. Sch. ist im Innern des einen Querschnittes schon Mesoblast aufgetreten.

Im 7. Sch. vereinigen sich unten die beiden Querschnitte miteinander. Auch in dem anderen Gehirnhöcker tritt Mesoblast auf.

Im 9.—13. Sch. setzt sich der bis dahin isolierte Querschnitt der Gehirnanlage seitlich mit der Seitenwand der Einsenkung in Verbindung. Unterhalb der Gehirnanlage besteht ein spaltförmiger, von Ektoderm begrenzter Raum. Im 12. Sch. erscheint das Lumen des Kopfdarms.

Im 14. Sch. wird in dem hohen Zylinderepithel des Kopfdarms unter der Medullarfurche die chordale Verdickung deutlich, die seitlich mit dem Mesoblast verschmilzt. Die Kopfdarmhöhle öffnet sich breit gegen den Subgerminalraum hin.

Im 16. Sch. schiebt sich das Entoderm über die Chordaanlage hinweg. Die letztere scheint noch in direktem Zusammenhang mit dem Mesoblast zu stehen. Sie bleibt vorläufig noch relativ hoch und breit; mit ihrer Unterfläche ist das Entoderm fest verbunden.

Vom 21. Sch. ab plattet sich die Chorda ab und wird dünn, bandförmig. Das Entoderm lässt sich von ihrer Unterfläche deutlich abgrenzen. Die Amniosfalte verstreicht. Der Exocoelomraum verkleinert sich.

Die Sch. vom 22.—30. gehen durch den schmalen Teil der Medullarfurche und die hinteren Abschnitte der Gehirnhöcker. In den Mesoblastwülsten ordnen sich die Zellkerne an der Peripherie an; ihre Zellen erhalten eine mehr zylinderische Form. Ein Ursegmentlumen tritt aber noch nicht auf, seine Bildung steht aber bevor. Das Entoderm ist fast ganz von der Chordaunterseite getrennt. Alsdann erweitert sich die Medullarfurche stark. Das Entoderm setzt sich mit der Unterfläche der dünnen Chorda in Zusammenhang.

Vom 42. Sch. ab zieht das Entoderm frei unter der Chorda hinweg.

Vom 49. Sch. an wird die Chorda ein wenig höher, auf dem Querschnitt linsenförmig. Das Entoderm heftet sich wieder an ihre Unterfläche an. Das Ektoderm zeigt entsprechend der Chorda einen Ausschnitt. Die Medullarfurche ist noch breit.

Vom 54. Sch. an tritt der Mesoblast jederseits mit der Chorda in Verbindung.

Im 59. Sch. ist der Mesoblast wieder von der Chorda abgespalten. Die Medullarfurche wird ganz flach. Die Schnitte gehen jetzt durch den Teil des Embryos, in welchem die Medullarfurchen divergieren. Die Chorda ist bald in Zusammenhang mit dem Mesoblast, bald deutlich davon abgespalten. Das Entoderm heftet sich ihrer Unterfläche an.

Vom 65. Sch. ab vertieft sich die Mitte der Neuroprimitivplatte in einer winkeligen Spalte. Die obere Begrenzung des Ektoderms ähnelt Textfig. 45b auf Seite 162. Ektoderm. Chorda, Mesoblast und Entoderm sind aber deutlich von einander abgesetzt. Die Chorda wird in den nächsten Schnitten voluminöser, das Entoderm haftet ihrer Unterfläche an.

Im 69. Sch. fliessen Chorda und Mesoblast breit zusammen, das Ektoderm ist aber noch abgetrennt. Die mediane Einsenkung beginnt, sich zu einer schmalen Rinne zu vertiefen.

Im 70. Sch. findet sich zwischen Ektoderm und Entoderm, welches letztere sich noch deutlich absetzt, ein breiter Streifen indifferenten Gewebes. Das Bild gleicht der Textfig. 42c auf Seite 156, nur ist die mediane Rinne nicht so tief.

Im 72. Sch. verschwindet die Grenze zwischen Ektoderm und indifferentem Gewebe, das Primitivblastem des Primitivstreifens kommt breit zur Entfaltung und springt abgerundet nach unten vor. Die gewulsteten Primitivlippenhöcker begrenzen eine tiefe Primitivrinne, wie in Textfig. 42d auf Seite 156. Das Entoderm lässt sich nicht mehr abgrenzen.

Die Primitivrinne besteht bis zum 81. Sch., wird in den letzten Sch. aber immer flacher, bis sie im 81. Sch. ganz an die Oberfläche tritt. Der Primitivhöcker beginnt, an Dicke wieder abzunehmen, das Entoderm ist noch an seine Unterfläche angeheftet.

Im 82. Sch. erscheint an Stelle der Primitivrinne ein kleiner Zellenhöcker, welcher in den nächsten Sch. zunimmt und sich durch Grenzfurchen von den mit Epithelstreifung versehenen Epithelhöckern absetzt. Es entstehen die gleichen Bilder, wie in Textfig. 42f und g auf Seite 156. Das Entoderm trennt sich aber erst schärfer vom Ektoblastem ab, nachdem die Unterfläche des Metastomstreifens sich geebnet hat.

Mit Bezug auf die Ausbildung der Coelomräume und der Hämangioblasten gilt das Gleiche, wie für die vorige Figur.

Figur 127. (Vergr. 18.)

Ei fast rundlich. Keimhof 17 mm im Durchmesser, greift an den Seiten des Eies schon auf dessen Unterfläche über, hat aber die beiden Eipole noch nicht erreicht. Der Embryo lag merkwürdig exzentrisch in dem Keimhof, quer zur Eiachse.

Das Mesoblastfeld ist 5 mm lang und vorn 3 mm breit, es wird ringsherum von einer breiten Zona pellucida umgeben. Seine Form ist etwas unregelmässig, länglich zungenförmig. Embryo dem Rande des Mesoblastfeldes genähert und in dessen Medianlinie gelegen.

Das Proamniosfeld vor der Gehirnanlage ist noch relativ gross, dreieckig. Die grossen vorderen Exocoelome werden durch eine mediane Scheidewand von einander getrennt.

Gehirnhöcker keulenförmig. Die Medullarfurche vertieft sich vorn zwischen ihnen und zeigt hier ein dreieckiges, vorn abgerundetes, etwas vorspringendes, medianes Feld. Sie verengt sich sodann zwischen den hinteren Teilen der Gehirnhöcker, um von da ab breiter zu werden. Gegen das hintere Ende tritt wieder eine Verengerung ein, bevor die Medullarwülste divergieren und, nach hinten hin sich abflachend, ein ovales, leicht vertieftes Feld umgrenzen. Dahinter schliesst sich die Metastomrinne an, welche die mediane, schmale Metastomleiste und die breiten Seitenwülste noch deutlich erkennen lässt.

Eine spaltartige Primitivrinne ist nicht vorhanden.

Auf der Unterseite ist die Kopfdarmnische im Entstehen begriffen und wird vorn von einer abgerundeten Wandung begrenzt. Der Primitivhöcker ist gross, abgerundet und entspricht der Lage nach dem hinteren, von den Medullarwülsten umfassten, ovalen Felde. Dahinter schimmern Metastomleiste und Seitenwülste durch.

In der Querschnittserie erhält man vor den Gehirnhöckern die Querschnitte durch das noch breite, dreieckige, aus dünnem Ektoderm und Entoderm bestehende Proamniosfeld, an welches seitlich je ein grosses Exocoelom stösst. In die präcerebrale Rinne ragt am weitesten der mediane, abgerundete Vorsprung der Gehirnanlage vor, welcher als dicker Ektodermwulst in der Serie nach hinten zuerst erscheint; hinter ihm ist das Entoderm etwas verdickt und besteht aus Zylinderepithel. Der Mesoblast mit seinem Exocoelom erstreckt sich nur bis an den Rand der präcerebralen Rinne. Ihre Seitenwände werden daher nur vom Ektoderm und Entoderm gebildet; das Proamniosfeld hat an diesem Embryo noch eine relativ grosse Ausdehnung. Vgl. das Flächenbild.

Im 5. Sch. n. h. erscheinen die Anschnitte der beiden Gehirnhöcker. Das Entoderm darunter verdickt sich beträchtlich, entsprechend der sich bildenden Kopfdarmnische.

Im 6.—8. Sch. wird die Kopfdarmnische getroffen, die so flach ist, dass sie noch kein Lumen aufweist, sondern nur als tiefe Rinne in die Erscheinung tritt. Im Zylinderepithel der Kopfdarmnische fallen die vielen Mitosen auf.

Im 8. Sch. tritt im Innern der beiden Gehirnhöcker je eine isolierte Gruppe von Mesoblastzellen auf, die sich in den nächsten Schnitten erheblich vergrössert, sich aber erst im 14.—16. Sch. in Verbindung setzt mit dem lateralen Mesoblast der Amniosfalten. Der Coelomspalt dringt dabei auch etwas in den Mesoblast unter den Gehirnhöckern medial vor.

Vom 16. Sch. ab lässt sich eine chordale Verdickung des aus hohem Zylinderepithel bestehenden Entoderms der ganz flach gewordenen Kopfdarmnische feststellen. Der Mesoblast bleibt vorläufig noch von dem Chordaentoderm anscheinend getrennt.

Im 21. Sch. beginnt das Entoderm, sich medial etwas unter die Chordaanlage vorzuschieben, sodass unter der Chorda eine schmale, mediane Chordarinne entsteht. Der Mesoblast lässt sich jetzt nicht von der Chordaanlage abgrenzen.

Im 25. Sch. ist die Chorda vom Entoderm unterwachsen. Alsbald spaltet sich der Mesoblast jederseits von der Chorda ab. Die Chorda ist anfangs noch abgeplattet linsenförmig. Mit ihrer Unterfläche erscheint das Entoderm fest verbunden. Die Amniosfalte ist verstrichen. Das Exocoelom verkleinert sich.

In den folgenden Sch. tritt hier und da der Mesoblast wieder mit der Chorda in Verbindung.

Vom 45. Sch. ab löst sich das Entoderm von der Unterfläche der etwas höher werdenden Chorda ab.

Bis zum 60. Sch. sind die Kerne der Mesoblastwülste mehr am Rande in einer Schicht angeordnet, ein Ursegmentlumen ist aber nicht vorhanden. Die Chorda bleibt relativ hoch und erscheint auf dem Querschnitt oval.

Vom 60. Sch. ab erhält sie einen fast kreisrunden Querschnitt. Das Entoderm ist bald deutlich von ihr getrennt, bald dicht anliegend.

Die Medullarplatte der Medullarrinne ist deutlich von der Epidermis abgesetzt. Die Chorda springt mit dem Entoderm leicht kielartig vor. Die Chordazellen beginnen, einen epithelialen Charakter anzunehmen und sich radiär anzuordnen. Textfig. 46a auf Seite 163 bildet den 64. Sch. ab. Im 65. Sch. ist im Innern der Chorda ein kleines Lumen vorhanden, welches aber nur auf diesen Schnitt beschränkt bleibt.

Vom 66. Sch. ab wird die Chorda noch ansehnlicher und höher als breit. Ihre obere Wölbung nimmt ein Ausschnitt des Ektoderms auf. Die Medullarfurche fängt an, sich zu erweitern.

Vom 67. Sch. ab wird die Abgrenzung der grossen Chorda von dem Mesoblast und vom Entoderm undeutlich.

Im 69. Sch. legt sich die Chorda dem Ektodermausschnitt dicht an, sodass kaum noch eine Grenze zu erkennen ist. Seitlich im extraembryonalen Mesoblast nur noch wenige interzelluläre Spalten in einiger Entfernung vom Embryo.

Textfig. 46b ist der 71. Sch. Die Chorda lässt sich eben noch als kompaktere Masse unterscheiden, geht aber nach oben unmittelbar in das Medullarepithel über.

In den beiden nächsten Schnitten verwischen sich die Grenzen der Primitivorgane immer mehr, sodass im 74. Sch. eine reine Primitivrinne auf einem breiten Primitivstreifen auftritt, wie Textfig. 46c zeigt. Die Rinne selbst ist sehr breit, muldenartig und nicht sehr tief, ihr ganzer Boden wird vom Primitivblastem gebildet. Das ganze, grosse, ovale Feld am hinteren Ende des Embryos im Flächenbild entspricht also der flachen Primitivrinne.

Diese erhält sich bis zum 81. Sch., wird in den letzten Sch. aber flacher und schmaler. Textfig. 46d ist der 80. Sch. Das Primitivblastem ist zu einem grossen, abgerundeten Primitivhöcker angeschwollen, welcher in den nächsten Sch. an Grösse wieder abnimmt. Der zentrale Teil des Höckers ist kompakt, intensiver gefärbt, der Mesoblast lateralwärts davon ist locker.

Im 82. Sch. findet sich an Stelle der Primitivrinne ein kleiner Zellenhöcker, welcher die mit Epithelstreifung versehenen Wülste von einander trennt. Dieser Ektoblastemhöcker wird nach hinten grösser und stellt das interlabiale Gewebe der Metastomrinne dar.

Textfig. 46e ist der darauffolgende (83.) Sch. Der Höcker ist niedriger geworden, an seiner Unterfläche isoliert sich das Entoderm, der Zellverband in seinem Innern lockert sich.

In den nächsten Sch. nimmt der Ektoblastemhöcker mehr das Aussehen einer Metastomleiste an. Vgl. Textfig. 46f, welche den 86. Sch. repräsentiert.

Die weiteren Veränderungen zeigt Textfig. 46g, der 93. Sch. n. h. Die Bilder erinnern sehr an die Sch. durch die gleiche Gegend früherer Stadien, vgl. z. B. Textfig. 33h auf Seite 141 und Textfig. 41e auf Seite 153.

Zuerst hört im 96. Sch. der rechte Seitenwulst auf, während die Metastomleiste als sehr ausgeprägter Ektoblastemhöcker noch persistiert.

Im 97. Sch. flacht sich auch der linke Seitenwulst ab. Nur der Ektoblastemhöcker bleibt noch durch 3 Schnitte bestehen, um dann einzugehen. —

Die Hämangioblasten sind zahlreich im Mesoblast vertreten, z. T. schon ziemlich gross, mit zahlreichen Kernen und intensiv gefärbt. Am vorderen und seitlichen Rande des Mesoblasthofes ist der Übergang von dotterhaltigen Rundzellen aus dem verdickten, unregelmässigen Entoderm in den Mesoblast festzustellen.

Figur 128—134. (Vergr. 16—20.)

Diese Embryonen gleichen sich in vielen Punkten und können daher gemeinschaftlich betrachtet werden. Im Embryo der Fig. 128, 129 und 132 beginnt die Bildung der Ursegmente; in der Serie wird das erste Segment deutlich; in den übrigen Figuren wurden Segmente noch vermisst.

Die Gehirnhöcker sind mehr oder weniger keulenförmig. Die Medullarfurche klafft in ganzer Ausdehnung. Hinten divergieren die Medullarwülste und umfassen in ihrer Verlängerung in der Fig. 132 die Neuroprimitivplatte. Infolgedessen sind an diesem Embryo Primitivlippenhöcker, Zwischen- und Nebenhöcker deutlich zu unterscheiden. Die feine, spaltförmige Primitivrinne liegt median im Boden der Neuroprimitivplatte und läuft hinten in die beiden Gabeläste der Grenzfurchen aus.

In den übrigen Figuren ist die Neuroprimitivplatte noch nicht ausgebildet, sodass die Nebenhöcker noch nicht abgetrennt sind. In den Fig. 128, 129 und 133 ist die Gliederung der Primitivrinnengegend am wenigsten prägnant.

In Fig. 128 erscheint der Zwischenhöcker besonders gross. In Fig. 133 gliedert sich nur erst auf der rechten Seite der Nebenhöcker ab (die kleine Erhebung an seinem Rande hat keine Bedeutung).

In allen Embryonen ist die Primitivrinne als feine, tiefe, mediane Spalte vorhanden.

Der Embryo der Fig. 130 war noch besonders gedrungen.

Die Fig. 131 und 132 zeigen den Embryo innerhalb seines unregelmässig begrenzten, im längsten Durchmesser ca. 4 mm messenden Mesoblasthofes. In Fig. 131 besteht vor dem Embryo noch ein breiteres Proamniosfeld. In den übrigen Figuren ist schon ein echtes Amnios vorhanden, dessen Kopffalte sich vor den Gehirnhöckern mit scharfem Rande zu erheben beginnt; die beiden vorderen Coelomräume werden durch eine bisweilen schon durchbrochene Scheidewand von einander getrennt.

Die Fig. 129a und 134 stellen Unterflächenbilder von Embryonen dieser Stadien dar. Die Kopfdarmnische ist deutlich ausgebildet, wenn auch noch nicht tief, ihre vordere Begrenzung springt bisweilen etwas nach hinten hin vor. In der Mittellinie bezeichnet eine flache, weissliche, schmale Leiste die Chorda. Hinten ragt der Primitivhöcker als halbkugeliger Hügel vor, hinter ihm schimmern die Neben- und Zwischenhöcker oft durch.

Nach Färbung und Aufhellung in Balsam erscheint der Primitivhöcker als kreisrunde, intensiv gefärbte Stelle, in deren Mitte die Primitivrinne und der vorderste Abschnitt der Metastomrinne liegen. Die dem Zwischenhöcker und den Nebenhöckern entsprechende Stelle ist nicht so intensiv gefärbt.

Da die Serien durch diese Embryonen nur wenige Abweichungen von einander zeigen, will ich mich darauf beschränken, nur die Querschnittserien durch die Embryonen der Fig. 131 und 132, deren Primitivrinnengegend in zwei aufeinanderfolgenden Stadien eine besonders prägnante Ausbildung zeigte, näher zu beschreiben. Von den anderen Serien sollen dann nur noch die Längsschnittserien kurz besprochen werden.

In der Querschnittserie durch den Embryo der

Figur 131

ist im Grunde der präcerebralen Rinne das Ektoderm dünn, das Entoderm dagegen dick und wird letzteres von hohem Zylinderepithel gebildet. Seitlich erstreckt sich das Coelom in die Wandung der präcerebralen Rinne hinein, sodass das Proamniosfeld auf den Grund der Rinne beschränkt ist; von hier aus setzt sich das Proamniosfeld in der Serie als schmaler Streifen nach vorn hin fort und trennt die beiden grossen seitlichen Coelome von einander.

In den ersten Sch. durch die vorderen Enden der keulenförmigen Gehirnhöcker erscheinen diese breitoval, fast rundlich. Im 4. Sch. n. h. fliessen die beiden Querschnitte der Gehirnhöcker in ihrem unteren Teile zusammen.

Textfig. 56a auf Seite 210 stellt den 5. Sch. n. h. dar. Die beiden Gehirnhöcker werden oben durch eine tiefe Medullarfurche getrennt; in der Mitte des rechten Höckers erscheint der Anschnitt des Mesoblastes. Unter den Gehirnhöckern befinden sich das Proamniosfeld und seitlich davon die Amniosfalten mit den grossen Coelomräumen. Das Entoderm ist im Bereich des Proamniosfeldes und seitlich unter dem Mesoblast hoch, zylindrisch und etwas unregelmässig.

Im 8. Sch. taucht auch in dem anderen Gehirnhöcker der Mesoblast auf.

Im 11.—13. Sch. setzen sich die beiden Gehirnhöcker unten seitlich mit der Seitenwand der präcerebralen Rinne in Verbindung, wobei der Mesoblast in den Gehirnhöckern mit dem lateralen Mesoblast zusammenfliesst. Zunächst bleibt noch unterhalb der Gehirnhöcker ein kleiner, von Ektoderm umgebener Spalt, welcher im 14. Sch. verschwindet.

Im 13. Sch. erscheint das Lumen des Kopfdarms, welches bis zum 17. Sch. geschlossen bleibt. Textfig. 56b ist der 17. Quersch. Die chordale Entodermverdickung ist deutlich. Seitlich davon springt das zylindrische Darmepithel ein wenig vor, sodass eine ganz flache Chordarinne entsteht. Auf der einen Seite war der Mesoblast abgespalten; ob er auf der anderen Seite noch mit dem Entoderm zusammenhing, liess sich mit Bestimmtheit nicht sagen. Die Coelomspalte ist medialwärts ein wenig vorgedrungen.

Im 18. Sch. öffnet sich das Kopfdarmlumen gegen die Subgerminalhöhle hin. Die Chordaanlage ist noch etwas dicker geworden. Sie setzt sich jetzt auf beiden Seiten mit dem Mesoblast breit in Verbindung.

Im 20. Sch. (Textfig. 56e) hat sich die Chordarinne ein wenig vertieft. Das Entoderm beginnt, sich auf die Unterfläche der Chorda vorzuschieben. Der Mesoblast ist jetzt wieder von der Chorda scharf abgetrennt. Das Entoderm an der Seitenwand der Kopfdarmrinne ist hochzylindrisch.

Im nächsten (21.) Sch. scheint der Mesoblast wieder in Verbindung mit der Chorda zu sein.

Im 23. Sch. ist die Chorda vom Entoderm unterwachsen. Der Mesoblast ist in den nächsten Schnitten bald mit der Chorda anscheinend in Zusammenhang, bald davon deutlich getrennt.

Vom 29. Sch. ab plattet sich die Chorda stark ab und wird bandförmig; das Entoderm zieht unter ihr frei hinweg. Im Mesoblast ordnen sich die Kerne an der Peripherie an, die dazu gehörigen Zellen werden mehr zylindrisch, eine Abgrenzung von Ursegmenten und ein Segmentlumen treten aber noch nicht auf.

Vom 45. Sch. ab verdickt sich die Chorda wieder und wird queroval, später fast kreisförmig; die Kerne ordnen sich zum Teil an der Peripherie, zum Teil in der Mitte der Chorda an.

Vom 55. Sch. an stellen sich die Elemente der fast kreisrunden Chorda zum Teil radiär. Die Chorda ragt mit dem Entoderm leicht kielartig nach unten vor.

Vom 65. Sch. ab flacht sich die Medullarfurche ab und verbreitert sich. Textfig. 44a auf Seite 160 bildet den 65. Sch. der Serie ab. Die Primitivorgane sind noch alle von einander getrennt.

Im 71. Sch. verschwindet die Grenze zwischen Medullarepithel und Chorda, letztere nimmt ein epitheliales Aussehen an und erscheint als direkte Fortsetzung des Ektoderms. In dem Epithelzapfen Mitosen.

Im 72. Sch. tritt über der mit der Chorda verwachsenen Stelle des Medullarepithels eine kleine, spitzwinkelige Einsenkung auf, siehe Textfig. 44b. Die Höcker seitlich daneben sind die Querschnitte durch die nach hinten divergierenden Medullarwülste, welche beginnen, die Neuroprimitivplatte abzugrenzen. Der Mesoblast ist noch völlig isoliert. Die Einsenkung vertieft sich nun, sodass eine schmale Spalte entsteht, das vorderste Ende der Primitivrinne. Vgl. Textfig. 44c. Die Abgrenzung des Mesoblastes von der Chorda wird undeutlich.

Im 76. Sch. verschwindet die Grenze zwischen Chorda, Mesoblast und Ektoderm ganz, unter und neben der tief einschneidenden, schmalen Primitivrinne findet sich das Primitivblastem des Primitivstreifens. Textfig. 44d ist der 77. Sch. Das Entoderm lässt sich hier noch abgrenzen.

Das Primitivblastem wird dicker und wölbt sich nach unten als Primitivhöcker vor, der bis zum 81. Sch. an Höhe zunimmt. Das Entoderm lässt sich an seiner Unterfläche nicht mehr abgrenzen. Vgl. Textfig. 44e. Die Primitivlippenhöcker treten gewulstet hervor.

Vom 82. Sch. ab flachen sich Primitivhöcker und -rinne wieder ab.

Im 87. Sch. erreicht die Primitivrinne ihr hinterstes Ende. In ihrem Grunde tritt ein kleiner ektoblastematischer Höcker auf, dessen Oberfläche deutlichen Zerfall zeigt, vgl. Textfig. 44f auf Seite 161. In dem Detritus liegen 2 fast ganz entblösste Kerne. Das Entoderm lässt sich von jetzt ab deutlich an der Unterfläche des Höckers unterscheiden.

In den folgenden Sch. wird der Ektoblastemhöcker, welcher den Querschnitt des Zwischenhöckers darstellt, immer grösser (vgl. Textfig. 44g) und grenzt sich von den bald lateralwärts zurückweichenden Epithelwülsten durch deutliche Grenzfurchen ab. Textfig. 44h. Schliesslich ist der Ektoblastemhöcker nur noch allein übrig, nachdem die Seitenwülste und der Metastomstreifen sich abgeflacht haben. Textfig. 44i. An seiner Oberfläche stellte ich hinten eine ganz flache Furche, wohl die letzte Andeutung der sekundären Metastomrinne, fest. Die Furche war so flach, dass sie im Flächenbild bei Lupenuntersuchung nicht wahrgenommen wurde. —

Hämangioblasten waren an diesem Embryo zahlreich und von verschiedener Grösse, hinten und seitlich schon beträchtlich grosse, vorhanden. Es konnte an diesem Keim noch überall das Vorhandensein vereinzelter dotterhaltiger Rundzellen im Entoderm und die Abstossung derselben in den Mesoblast erkannt werden.

Figur 132.

Charakteristisch für diesen Embryo ist, im Vergleich mit dem der Fig. 131, dass die Ausbildung und Abgrenzung der Neuroprimitivplatte erfolgt ist.

In der Querschnittserie ist das Proamniosfeld auf den Grund der präcerebralen Rinne beschränkt. Seitlich und davor ist schon echtes Amnios. In der vorderen Amniosfalte und auch vor ihr erscheint die dünne Scheidewand zwischen den beiden grossen Exocoelomräumen schon zum Teil durchbrochen, sodass die Räume miteinander kommunizieren. Nur ganz vorn ist die Scheidewand noch intakt.

In den ersten 4 Sch. durch den Embryo selbst sind die beiden breitovalen, isoliert liegenden Anschnitte der vorderen Enden der Gehirnhöcker frei von Mesoblast. Im 5. Sch. erscheint in jedem Querschnitt Mesoblast.

Im 12. Sch. verbinden sich die beiden höher gewordenen, mesoblasthaltigen Querschnitte der Gehirnhälften oben und unten miteinander, sodass noch eine mediane Spalte zwischen ihnen bleibt.

Diese erhält sich bis zum 16. Sch., indem sie sich verkleinert. Jetzt tritt auf der einen Seite auch das angeschnittene Lumen des Kopfdarms auf. Das Entoderm des Proamniosfeldes ist höher als das Ektoderm. Der noch isolierte Querschnitt des Kopfendes ist breit und hoch, oben mit einer schmalen, nicht tiefen Medullarfurche versehen. Das Coelom der Amniosfalte weit.

Im 17. Sch. erscheint auf der anderen Seite der Anschnitt des Kopfdarms als kleiner, von Zylinderepithel begrenzter Längsspalt.

Im 18. Sch. verbinden sich die beiden Kopfdarmlumina zu einem hufeisenförmigen, schmalen Kopfdarmspalt. Unten setzt sich jederseits der Kopfquerschnitt mit der Seitenwand der präcerebralen Einsenkung in Verbindung, sodass unter dem Kopfquerschnitt eine schmale, horizontale, von Ektoderm begrenzte Spalte offen bleibt. Es kann nicht sicher entschieden werden, ob der Mesoblast in diesem Schnitt mit dem Entoderm medial in Zusammenhang steht.

Im 19. Sch. ragt in das Lumen des Kopfdarms von dessen unterer Wand ein grosser, abgerundeter, aus Entoderm und Ektoderm bestehender Höcker vor. Unter der Medullarrinne markiert sich im Kopfdarmentoderm eine leichte Chordarinne, indem das Zylinderepithel seitlich von der sonst nicht abgrenzbaren Chorda etwas vorragt.

Im 20. Sch. setzt sich der Mesoblast des Kopfquerschnittes breit mit dem seitlichen Mesoblast in Verbindung, und das Coelom dringt medialwärts etwas vor. Die kleine Chordarinne wird deutlicher. Das Chordaentoderm ist verdickt und lässt sich deutlich vom Darmentoderm unterscheiden. Die Ektodermnische unter dem Kopf verschwindet.

21. Sch. Das Kopfdarmlumen wird viereckig, der von unten in dasselbe vorspringende Höcker flacht sich ab. Die Chordaanlage steht mit dem Entoderm jederseits in Verbindung, zeigt noch einen epithelialen Bau und ist in der Medianlinie noch frei; doch ist die Chordarinne fast verstrichen. Seitlich schieben sich die benachbarten Epithelzellen über die Chorda medialwärts vor und sind auffällig schräg medialwärts gerichtet.

Der nächste (22.) Sch. zeigt die Chorda schon vom Entoderm unterwachsen, aber jederseits noch in Verbindung mit dem Mesoblast. Der Kopfdarm ist noch geschlossen.

Im 23. Sch. öffnet sich das Kopfdarmlumen jederseits in die Subgerminalhöhle. Dazwischen bleibt aber noch der Querschnitt des medianen Höckers der Vorderwand des Kopfdarms erhalten. Vgl. das Unterflächenbild der Fig. 134. Der Mesoblast beginnt, sich von der Chorda abzuspalten. Die Chorda hat den epithelialen Zusammenhang mit dem Entoderm verloren.

In den nächsten Sch. ist die Chorda bald abgespalten, bald anscheinend noch in Zusammenhang mit dem Mesoblast. Das Entoderm ist fest mit der Chordaunterfläche verbunden. Die Chorda selbst plattet sich unter Verbreiterung etwas ab.

27. Sch. Das Entoderm setzt sich von der Chorda schärfer ab. Die dünne Chorda in Zusammenhang mit dem Mesoblast. Die Kopfdarmrinne flacht sich ab.

Im 29. Sch. ordnen sich im Mesoblastwulst die Kerne jederseits an der Peripherie, die zugehörigen Zellen nehmen einen mehr epithelialen Charakter an. Auf der einen Seite tritt ein kleines Ursegmentlumen auf. Die Gehirnhöcker flachen sich ab, die Medullarfurche zwischen ihnen eng und tief. Die Chorda ist auf der einen Seite vom Mesoblast abgespalten.

Im 30. Sch. erscheint auch auf der anderen Seite ein Ursegment mit seinem Lumen. Die Chorda ist auf beiden Seiten abgespalten, sehr dünn, bandartig, aus 2 unvollständigen Schichten bestehend, vom Entoderm isoliert.

Vom 38. Sch. ab wird die Chorda wieder höher und im Querschnitt von querovaler Form; ihre Kerne werden mehr randständig. Der Mesoblast ist jederseits davon abgetrennt, ebenso das Entoderm. Die Medullarfurche ist eng.

Vom 45. Sch. ab wird die Chorda fast dreieckig und ansehnlich dick. Das Entoderm ist neben der Chorda unter dem Rumpfmesoblast dünn, um sich nach aussen zu verdicken zu einem kubischen, bisweilen fast zylindrischen Epithel.

Vom 50. Sch. ab erscheint die Chorda fast kreisrund; ihre Kerne sind peripher in einer Schicht angeordnet. Nach unten hin springt sie mit dem ihr teilweise angehefteten Entoderm leicht kielartig vor. Die Medullarfurche erweitert sich.

Vom 70. Sch. ab (Textfig. 45a auf Seite 162) verflacht und verbreitert sich die Medullarfurche. Die Chorda wird kleiner. An Stelle des grossen seitlichen Exocoeloms sind mehrere kleine Coelomspalten getreten.

Im 75. Sch. wird die Grenze zwischen der Chorda und dem Medullarepithel undeutlich.

Im 76. Sch. tritt in der Mitte der breiten Medullarfurche eine kleine, winkelige Einsenkung des Ektoderms auf.

Im 77. Sch. beginnt auch die Chorda mit dem Mesoblast und dieser mit dem Entoderm zusammenzufliessen, das Primitivblastem des Primitivstreifens kommt zur Ausbildung. Die Unterfläche des Primitivstreifens ist zunächst noch ganz eben, das Entoderm zieht isoliert darunter hinweg. Die oben erwähnte, winkelige Einsenkung wird tiefer und zur Primitivrinne.

Textfig. 45b auf [Seite 162 ist der 80. Querschnitt und geht etwa durch die Mitte der Neuroprimitivplatte. Zu jeder Seite der Primitivrinne liegen zwei Höcker: der Höcker neben der Primitivrinne ist der Primitivlippenhöcker, der laterale der Medullarwulst, welcher die Neuroprimitivplatte lateral abgrenzt.

In den folgenden Sch. verdickt sich nun die Substanz des Primitivstreifens sehr bald zu einem ansehnlichen Primitivhöcker, dessen Kuppe an diesem Embryo etwas extramedian liegt. Das Entoderm ist mit der Unterfläche des Höckers verwachsen. Die Primitivrinne ist etwas tiefer geworden. Seitlich im Mesoblast sind zahlreiche Exocoelomspalten.

Textfig. 45c ist der 85. Sch. und zeigt die nach oben vorspringende Neuroprimitivplatte und den nach unten vorragenden Primitivhöcker.

Im 87. Sch. löst sich das Entoderm von der Unterfläche des Primitivhöckers, erscheint in den nächsten Sch. aber wieder fester angeheftet. Die Primitivrinne vertieft und verbreitert sich. Die Epithelstreifung ist im Bereich der Rinne selbst am deutlichsten, seitlich davon weniger.

Im 93. Sch. erreicht die eigentliche Primitivrinne ihr hinteres Ende. In ihrem Grunde erhebt sich ein kleiner Ektoblastemhöcker mit 2 Mitosen, dessen Oberfläche mit etwas Detritus bedeckt ist. Die Höhe des Primitivhöckers nimmt zugleich ab, das Primitivgewebe wird lockerer.

Im nächsten (94.) Sch. ist Ektoblastem und Detritus etwas grösser. Mehrere Zellkerne scheinen ganz an der Oberfläche der in Zerfall begriffenen Zellmasse zu liegen. Die Lippenhöcker neben der Rinne flachen sich ab.

Die nächsten Sch. gleichen den Textfig. 44g und h auf Seite 161 und gehen durch den Zwischenhöcker d. i. das interlabiale Ektoblastem und durch die beiden sich mehr und mehr abflachenden Nebenhöcker d. i. die beiden Epithelwülste der ursprünglichen Metastomrinne.

Im Sch. 103 ist nur noch der Ektoblastemhöcker vorhanden, welcher ja auch im Flächenbilde am weitesten nach hinten reicht. Auch dieser verschwindet dann bald. Eine minimale, bald verstreichende Ektodermverdickung bezeichnet schliesslich seine letzte Spur.

Die Embryonen der Fig. 129, 133 und 134

wurden der Länge nach geschnitten.

Der Medianschnitt zeigt hinten den Längsschnitt durch die Primitivrinne als Einsenkung, hinter welcher sich der Zwischenhöcker erhebt. Das Gewebe unter ihr besteht aus kompaktem, intensiv gefärbtem Primitivblastem, welches nach unten hin als Primitivhöcker vorspringt und sich nach vorn zu einem kurzen Primitivstreifen abflacht. Das Entoderm ist hier an der Unterfläche nicht zu unterscheiden. Der Längsschnitt des Zwischenhöckers dahinter setzt sich aus lockerem, daher weniger intensiv gefärbtem Ektoblastem zusammen, von dessen

Unterfläche das Entoderm deutlich abgesetzt erscheint. Dahinter finden sich in dem Mesoblast zahlreiche kleinere und grössere Coelomspalten. Nach vorn folgen Medullarektoderm und Chorda; von letzterer lässt sich hinten und vorn das Entoderm abgrenzen. Vorn liegt die Übergangsstelle der Chorda in das hohe Zylinderepithel des Entoderms.

Das vordere Ende des Embryos ist nach unten und hinten mehr oder weniger hakenförmig umgebogen und besteht hier aus dem hohen Medullarepithel und dem entodermatischen, hohen Zylinderepithel der Kopfdarmnische. Die letztere ist bei den einzelnen Embryonen verschieden tief. Auch die Ausdehnung des Proamniosfeldes nach vorn variiert.

Textfig. 54 auf Seite 204 ist der 2. Sagittalsch. durch den Embryo der Fig. 134, dessen Oberseite derjenigen der Fig. 131 glich. Hinten ist der Primitivlippenhöcker angeschnitten, dahinter liegt der Durchschnitt durch den Zwischenhöcker, der sich hinten gewöhnlich etwas mehr vom Primitivhöcker absetzt. Die nach vorn umgebogene Verlaufsrichtung der Zellenzüge im hinteren Teil des kompakten Primitivblastems ist durch Punktierung angedeutet. Vorn reicht der Mesoblast mit seiner Coelomhöhle schon bis in die präcerebrale Einsenkung hinein, sodass an der Oberfläche das Proamnios verschwunden ist.

In den folgenden Sagittalsch. schliesst sich an den Chordalängsschnitt der Längsschnitt durch den Mesoblast an, welcher auch bis unter die Gehirnhöcker geht und sich hier alsbald stark verdickt. An dieser Stelle tritt in ihm alsdann auch ein kleiner Coelomspalt auf.

Je weiter lateralwärts, um so mehr verdünnen sich schliesslich Ektoderm und Mesoblast; in dem letzteren dringt der vordere grosse Coelomraum seitlich neben dem Embryo noch eine kleine Strecke nach hinten.

In Fig. 129 befand sich dicht hinter dem Gehirnhöcker im Mesoblast ein Ursegment, wenn auch nicht sehr deutlich abgegrenzt, ein kleines, spaltenartiges Lumen war vorhanden. Ein zweites Segment dahinter war in der Anlage begriffen. In Fig. 133 und 134 liess sich noch kein Ursegment erkennen. —

Im Bereich des extraembryonalen Mesoblastfeldes besass das Entoderm vorn und seitlich in allen diesen Präparaten grössere Sprossen und Fortsätze; auch liess sich noch eine reichliche Ausstossung von dotterhaltigen Rundzellen aus dem Entoderm in den Mesoblast feststellen, besonders vorn. Ferner waren zahlreiche Hämangioblasten von verschiedener Grösse vorhanden, darunter im hinteren Mesoblast manche schon beträchtlich gross. Dazwischen viele kleine Übergangsformen aus den Rundzellen. Manche Hämangioblasten waren in Entodermsprossen eingeschlossen und aus der Umwandlung ihres entoblastischen Inhaltes direkt hervorgegangen.

Figur 135. (Vergr. 20.)

Der Keimhof hat den einen Eipol erreicht; das Mesoblastfeld ca. 4 mm im längsten Durchmesser.

Gehirnhöcker breit, keulenförmig. Die vorn und in der Mitte enge Medullarrinne erweitert sich nach hinten zu einer breiten, spatelartigen Neuroprimitivplatte, in welcher ein Primitivrinnenspalt aber nicht vorhanden ist. Dahinter liegen ein sehr schmaler, niedriger Zwischenhöcker und zwei undeutliche Nebenhöcker. Vgl. das ähnliche Oberflächenbild der Fig. 127.

An der Unterseite des Embryos war die Kopfdarmnische noch flach. An dem durch die Gehirnanlage bedingten vorderen Querwulst traten mehr als an den anderen Embryonen drei Erhebungen hervor. Hinter dem halbkugeligen Primitivhöcker schimmerten Zwischen- und Nebenhöcker durch.

Ich glaubte anfangs, dass dieser Embryo, dessen Relief besonders in seinem hinteren Teile weniger scharf ausgeprägt war und nicht so plastisch hervortrat, wie an den übrigen Embryonen, schlechter ernährt oder abgestorben gewesen sein konnte. Nach dem Befund in den Schnitten war dies aber nicht der Fall; die an Mitosen reichen Gewebe hatten durchaus normales Aussehen.

Zwischen den beiden vorderen Coelomräumen befindet sich in der Serie noch ein grösseres Proamniosfeld. Dahinter wurde zuerst der Querschnitt durch den medianen Vorsprung der Gehirnanlage als Ektodermverdickung angetroffen. Das Entoderm darunter ist verdickt und besteht aus hohem Zylinderepithel.

Alsdann folgen im 4. Sch. n. h. die Querschnitte durch die relativ flachen Gehirnhöcker.

Im 7. Sch. tritt unter dem Ektoderm der Gehirnhöcker der Mesoblast auf, welcher sich im nächsten Schnitt mit dem seitlichen Mesoblast in Verbindung setzt. Das Entoderm besteht in der Mittellinie aus hohem Zylinderepithel.

Im 12. Sch. hebt sich die Chordaanlage im Entoderm etwas ab. Der Mesoblast setzt sich jederseits mit dem Chordaentoderm in Zusammenhang, welcher sich aber in den nächsten Schnitten wieder löst.

Im 17. und 18. Sch. schiebt sich das Entoderm unter der Chordaanlage ohne Rinnenbildung hinweg, der Mesoblast scheint mit der Chorda verwachsen zu sein.

Im 19. Sch. ist die Chorda unterwachsen, der Mesoblast auf beiden Seiten von der Chorda abgespalten.

Im 33.—34. Sch. erscheint jederseits ein deutlich abgegrenztes Ursegment mit kleinem Lumen, welches von hohem Zylinderepithel begrenzt wird. Die Chorda ist dünn, bandartig geworden.

Im 37. und 38. Sch. liegt noch jederseits ein zweites, nicht so deutlich abgesetztes Ursegment mit kleinem Lumen. Die Chorda wird ein wenig dicker; vom 40. Sch. ab erhält sie einen breit ovalen Querschnitt. Die Medullarfurche verbreitert und verflacht sich.

Vom 60. Sch. ab wird die Chorda kreisrund, nimmt mehr epithelialen Charakter an und springt mit dem damit verbundenen Entoderm an der Unterfläche kielartig vor.

Im 70. Sch. beginnt die Grenze zwischen den Primitivorganen undeutlich zu werden. Die Oberfläche des Embryos ist fast ganz eben geworden.

Im folgenden (71.) Sch. erscheint das Primitivblastem in ganzer Ausdehnung entwickelt. Das Entoderm an der Unterfläche nicht zu unterscheiden. Eine Primitivrinne nicht vorhanden, die ganz wenig vertiefte Oberfläche der Neuroprimitivplatte ist gewissermassen Primitivrinne. Der Primitivstreifen springt kielartig vor. Die Oberfläche der Neuroprimitivplatte fast plan.

Erst im 82. Sch. taucht ein kleiner, medianer, niedriger, glatter Ektoblastemhöcker auf und deutet das hintere Ende der Primitivrinne und den Anfang der Metastomrinne an.

Er erhält sich bis zum 92. Sch. und verbreitert sich nur wenig. Auch die Epithelwülste daneben bleiben nur flach. Der Metastomstreif verdünnt sich bald.

Figur 136. (Vergr. 18.)

Der Keimhof hat beide Eipole erreicht. Der nahezu kreisrunde, mit grossen Hämangioblasten versehene Mesoblasthof misst $3^{1}/_{2}$ mm im Durchmesser.

Die Gehirnhöcker sind hoch, in querer Richtung etwas abgeplattet, schaufelförmig, nach vorn weit von einander klaffend. Die Medullarwülste begrenzen eine schmale, noch offene Medullarfurche. Auch im Bereich der Neuroprimitivplatte sind die Medullarwülste einander genähert, sodass nur noch eine schmale Spalte zwischen ihnen bleibt. Am hinteren Ende der Neuroprimitivplatte aber klaffen sie und lassen eine schmale Primitivrinne frei, welche nach hinten allmählich in die Metastomrinne übergeht. In der Figur ist im Bereich der Neuroprimitivplatte der Boden der letzteren durch die Medullarwülste durchschimmernd gezeichnet. In der Metastomrinne liegt der Zwischenhöcker, durch die Grenzfurchen seitlich von den Nebenhöckern getrennt. In der Mitte des Zwischenhöckers eine sehr flache, schwer wahrnehmbare mediane Furche, wohl der letzte Rest der sekundären Metastomrinne; die Furche ist in der Figur etwas zu deutlich angegeben. Die Amniosfalte beginnt, sich über die Gehirnhöcker vorzuschieben. Zwischen den beiden Coelomen ist eine schmale Scheidewand sichtbar.

An der Unterseite ist die Kopfnische tiefer geworden, der Primitivhöcker grösser.

Nach Färbung und Aufhellung erscheinen die Gehirnhöcker und die Wandung des Kopfdarms sehr dunkel. Hinter den Gehirnhöckern werden seitlich Ursegmente wahrnehmbar. Die durch den dicken Primitivhöcker bedingte hintere, dunkle Stelle entspricht der Lage nach dem hinteren Teile der Neuroprimitivplatte und wird hinten überragt von den heller gefärbten Zwischen- und Nebenhöckern.

In den Sch. der Querschnittserie vor dem Gehirn werden die beiden grossen Coelome noch durch eine sehr schmale, mediane Scheidewand von einander getrennt. Das parietale und viscerale Mesoderm stellt ein sehr dünnes, einschichtiges Zellenblatt dar. Unter dem Coelom ist das Entoderm gleichfalls sehr dünn; nur lateralwärts gegen die Mesoblastgrenze wird es wieder nahezu zylindrisch und erhält zahlreiche Sprossen, in welchen z. T. Hämangioblasten liegen. Abstossung von Entodermzellen in den Mesoblast noch festzustellen.

Die isolierten Anschnitte der Gehirnplatten sind schmal und bestehen zunächst nur aus einer dünnen äusseren und dicken inneren Ektodermlage.

Vom 7. Sch. ab tritt erst in der einen, dann in der anderen Gehirnplatte Mesoblast auf. Die Coelome reichen unter dem Gehirn bis zum 11. Sch.

Vom 12. Sch. ab erscheint unter dem Gehirn ein zunächst schmales, dann sich etwas verbreiterndes Proamniosfeld.

Im 14. Sch. treten die beiden Gehirndurchschnitte unten miteinander in Verbindung, sodass nur die offene Medullarfurche an der Oberfläche übrig bleibt. An der Unterfläche ragt eine Fortsetzung des Medullarepithels als Ektodermhöcker vor.

Im 19. Sch. erscheint das Lumen des Kopfdarms. Die eine Gehirnhälfte setzt sich seitlich mit der Wandung der Einsenkung in Zusammenhang. Das hohe Medullarepithel hebt sich scharf von der Epidermis ab. Innerhalb des Kopfdarmepithels tritt die Chorda in die Erscheinung.

Im folgenden (20.) Sch. ist die Chorda deutlich, steht aber noch mit dem Kopfdarmepithel in Zusammenhang.

Im 21. Sch. schiebt sich das Darmepithel unter Zuschärfung unter die noch deutlich epitheliale Chorda, doch so, dass in der Mittellinie noch ein kleines Stück der Chordaunterfläche frei bleibt und eine unbedeutende Chordarinne entsteht. Der Mesoblast ist links von der Chorda scharf abgesetzt, scheint aber rechts damit in Zusammenhang zu sein.

Noch deutlicher wird dies im 22. Sch. Das zugeschärfte Darmepithel hebt sich lateralwärts durch eine feine Spalte scharf von der Unterfläche der Chorda ab, ist medialwärts neben der Chordarinne aber angelötet. Die ansehnlich dicke und breite Chorda beginnt, den epithelialen Charakter ihrer Zellen zu verlieren. Es scheint, dass sie jetzt auf beiden Seiten mit dem Mesoblast in Zusammenhang steht. Auch die andere Kopfhälfte verbindet sich mit der Seitenwand, sodass unter dem Kopf eine breite Ektodermbucht vorliegt. Ihr oberes Ektoderm ist dick und stösst unmittelbar an das hohe Zylinderepithel, mit welchem das querovale Kopfdarmlumen ausgekleidet ist.

Der folgende (23.) Sch. zeigt die Chorda vom Darmepithel unterwachsen und davon abgelöst; sie ist noch breit, dick, queroval und vom Mesoblast abgespalten.

25. Sch. Die Ektodermbucht verschwindet. Die Chorda plattet sich ab.

Im 26. Sch. öffnet sich die Kopfdarmhöhle gegen die Subgerminalhöhle hin.

29. Sch. Die Chorda ist jetzt ganz platt bandförmig; sie besteht aus zwei Zelllagen, zwischen denen bisweilen so etwas wie ein feines, spaltartiges Lumen sichtbar wird. Der Mesoblast ist beiderseits durch eine breite Lücke davon getrennt. Die Schnitte gehen durch die breite Kopfdarmnische.

Im 33. und 34. Sch. jederseits ein deutliches Ursegment mit Lumen.

Im 37. und 38. Sch. ein zweites desgl. Das Lumen des Medullarkanals erscheint jetzt kreisrund und öffnet sich in einer schmalen Spalte zwischen den Medullarwülsten. Die Chorda ist schmäler geworden, platt und besteht aus zwei dünnen Zelllagen.

Im 42.—44. Sch. ein drittes Ursegment mit kleinem Lumen. Der Coelomspalt ist lateralwärts gewandert und kleiner geworden; medial und lateral von ihm kleinere Coelomspalten im Mesoblast.

Im 48.—49. Sch. ein viertes kleines Segmentlumen jederseits.

In den folgenden Sch. ist die Abgrenzung von Ursegmenten eingeleitet. Die Chorda wird ein wenig höher, vom 60. Sch. ab mehr rundlich und epithelial. An Stelle der grossen Coelomräume ist jederseits eine Anzahl

kleinerer getreten. Das Medullarrohr noch durchgehends offen. Die Medullarwülste haben sich bis auf eine schmale, mediane Spalte einander genähert. Das hohe Medullarepithel setzt sich deutlich von der Epidermis ab.

Vom 71. Sch. ab gewinnt die Chorda an Höhe und wird mehr oval. Ihre Kerne haben bis auf wenige zentrale eine periphere Lage eingenommen, ihre Zellen erscheinen epithelial. Dem unteren Rande der Chorda liegt das Entoderm dicht an, und springt diese Stelle leistenartig vor. Der obere Rand der Chorda legt sich in einen Ausschnitt des Medullarepithels hinein.

Im 80. Sch. verschwindet die Grenze zwischen Chorda und Medullarepithel. Das Medullarrohr hat sich verbreitert.

Im 82. Sch. wird auch die Grenze zwischen Chorda und Mesoblast undeutlich.

Im 84. Sch. wird Chorda und Mesoblast unter sich und in der Mittellinie auch mit dem Entoderm und dem Medullarepithel zu einem Primitivstreifen verschmolzen, welcher nach unten abgerundet ist und etwas vorragt. Das verbreiterte Medullarrohr klafft in einer schmalen Spalte.

In den folgenden Sch. vergrössert sich der Primitivstreifen zu dem nach unten halbkugelig vorspringenden Primitivhöcker, welcher anfangs einen fast kreisförmigen Querschnitt besitzt und aus kompaktem, konzentrisch geschichtetem Zellenmaterial besteht. Der damit zusammenhängende, seitliche, schmale Mesoblaststreifen dagegen besitzt ein lockeres Zellengefüge. Das Medullarrohr öffnet sich in einer schmalen Spalte.

Vom 89. Sch. ab erstreckt sich das Primitivblastem über die ganze Breite des Bodens der Neuroprimitivplatte. Eine Primitivrinne als solche ist nicht vorhanden.

Im 92. Sch. verschmälert sich der Boden der Neuroprimitivplatte, sodass eine von niedrigen Medullarwülsten begrenzte Spalte entsteht; hier geht die Neuroprimitivplatte direkt in die Primitivrinne über.

Im 94. Sch. ist eine typische Primitivrinne vorhanden, welche ein wenig mehr klafft, als die Medullarfurche vorher. Statt der Medullarwülste sind jetzt aus Primitivblastem bestehende Primitivlippenhöcker vorhanden. Der Primitivhöcker ist noch ansehnlich, lockert sich aber seitlich bei dem Übergang in das Mesoderm etwas. Auch beginnt das Entoderm, sich von seiner Unterfläche abzusetzen.

Bis zum 97. Sch. verflacht und verbreitert sich die Primitivrinne.

Im 97. Sch. erreicht sie ihr Ende. In ihrem Grunde taucht ein kleiner abgerundeter Ektoblastemhöcker mit glatter Oberfläche auf, der in den nächsten Sch. breiter wird und den Querschnitt des Zwischenhöckers darstellt. Im 98. Sch. war seine Oberfläche etwas rauh und uneben. Die den epithelialen Seitenlippen der Metastomrinne entsprechenden Nebenhöcker treten als abgerundete Hügel hervor. Das indifferente Ektoblastemgewebe erhält ein mehr gelockertes Zellengefüge. Das Entoderm läuft isoliert darunter hinweg.

Auf der Oberfläche des Zwischenhöckers ist in einigen Schnitten eine ganz minimale Furche festzustellen. Im 108. Sch. sind die Nebenhöcker verschwunden; vom Zwischenhöcker ist nur noch eine Andeutung vorhanden, in seinem Ektoblastem bilden sich Coelomspalten.

Im 110. Sch. ist auch der Zwischenhöcker nicht mehr vorhanden und wird seine Lage nur noch durch eine ganz geringfügige Ektodermverdickung angedeutet. —

In dem extraembryonalen Mesoblastfeld sind besonders hinten grössere Hämangioblasten vorhanden. Sie liegen gewöhnlich in blasenartigen Ausbuchtungen des Entoderms; darin häufig Mitosen.

Figur 137. (Vergr. 18.)

Der Keimhof beginnt, die untere Eihälfte an den Seiten des Eies zu überwachsen, lässt aber die Eipole noch frei. Seine Ausdehnung beträgt, geradlinig in der Eiachse gemessen, 17 mm. Der quer zur Eiachse gestellte Embryo liegt nicht ganz in der Mitte des Keimhofes. Der Mesoblasthof misst 3 $^1/_2$ mm im längsten Durchmesser. Gehirnplatten schmal, vorn breit klaffend. Die Kopfkappe des Amnios beginnt, sich als schmale Falte über die vorderen Enden der Gehirnplatten hinwegzuschieben. Nach hinten hin bis zur Neuroprimitivplatte ist die Medullar-

furche fast ganz geschlossen. Der Boden der Neuroprimitivplatte ist durch die Medullarwülste durchschimmernd gezeichnet. Im hintern Teil der Neuroprimitivplatte klaffen die Medullarwülste in einer schmalen Spalte, welche direkt in eine kurze Primitivrinne überführt. Grenzfurchen, Zwischen- und Nebenhöcker deutlich; am Rande des linken Nebenhöckers ein kleiner accessorischer Höcker, welcher keine Bedeutung hat.

Auf der Unterseite des Embryos erscheint die Urdarmnische vertieft. Entsprechend der Neuroprimitivplatte und der Primitivrinne wölbt sich der ansehnliche Primitivhöcker vor; in der Mittellinie davor die Chordaleiste, dahinter schimmern Zwischen- und Nebenhöcker durch.

An dem gefärbten und aufgehellten Präparat sind Ursegmente im Flächenbilde nicht deutlich zu unterscheiden. Der Primitivhöcker erscheint als intensiv gefärbte Stelle, die dahinter gelegenen Höcker setzen sich von der Umgebung deutlich ab.

Im Mesoblasthofe die Hämangioblasten als grössere, zackige Gebilde sichtbar.

Der Embryo wurde der Länge nach geschnitten.

Der Medianschnitt zeigt den vorn und hinten geöffneten, in der Mitte fast ganz geschlossenen Medullarkanal im Längsschnitt; hinten geht der Sch. durch den Übergang des Medullarrohres in die Primitivrinne. Vorn sind Ekto- und Entoderm in der Gehirnanlage hakenförmig umgebogen, sodass eine tiefe, direkt nach vorn gehende Kopfdarmnische entsteht. Das Epithel der Darmnische ist ein hohes Zylinderepithel. Unter der Gehirnanlage das Proamniosfeld, welches durch das Coelom des Amnios von vorn und oben eingeengt ist. Kurz hinter der Umbiegungsstelle der Gehirnanlage liegt die Unterwachsungsstelle der Chorda. Hinten geht die Chorda breit in das Primitivblastem der Neuroprimitivplatte über, unter deren hinterem Teil der Primitivhöcker sich nach unten vorwölbt. An der Unterfläche des Primitivhöckers lässt sich das Entoderm nicht unterscheiden, setzt sich aber von dem dünneren, aus lockerem Ektoblastem bestehenden Zwischenhöcker deutlich ab. In dem Mesoblast hinter dem Zwischenhöcker zahlreiche kleine Coelomspalten.

Im 1. Sagittalsch. erscheint das Medullarrohr hinten geschlossen.

Vom 2. Sagittalsch. an werden die Gehirnplatten angeschnitten. Das Lumen des Medullarrohres beginnt zu verschwinden und erhält sich nur noch hinten im Bereich der Neuroprimitivplatte, verschwindet aber auch hier im 4.—5. Sch.

Im 6. Sch. tauchen 3 kleine Ursegmentlumina auf. Die 2 vordern Segmente sind deutlich abgegrenzt, die hintere Grenze des dritten ist noch nicht ausgesprochen. Hinten liegen absatzartig die Längsschnitte durch den Rand der Neuroprimitivplatte, des Neben- und Zwischenhöckers. An der Unterfläche ist hinten das Entoderm isoliert. Unter dem Ektoderm der Gehirnhöcker befindet sich eine dicke Lage Mesoblast.

Im 7. Sch. tritt zuerst in dem unter den Gehirnanlagen befindlichen Mesoblast eine dreieckige Coelomspalte auf, die sich in den folgenden Schnitten vergrössert. Von seiner oberen Wandung ragt ein Zellenvorsprung in das Lumen vor.

Im 13. Sch. setzt sich der Spalt mit dem vorderen Coelomspalt des Amnios in Verbindung. Die Zellen des visceralen Blattes nehmen im hinteren Abschnitt des Spaltes die Form etwas unregelmässiger Zylinderzellen an.

Vom 18. Sch. ab finden sich in dem ganzen seitlichen Mesoblast kleine Coelomspalten. —

Die Hämangioblasten sind besonders im hinteren Mesoblastfelde gross, zeigen oft eine Lockerung ihrer Elemente und wölben das Entoderm etwas unter sich hervor.

Figur 138. (Vergr. 16.)

Der Keimhof hat den einen Eipol erreicht.

Embryo sehr exzentrisch im Keimhof und schräg zur Eiachse gestellt.

Das Mesoblastfeld ist länglich birnförmig, hinten verschmälert, im längsten Durchmesser etwas über 4 mm messend. Der Embryo ist dem vorderen Rande des Mesoblastfeldes genähert und parallel dem Längsdurchmesser des Feldes gerichtet.

Die Kopfkappe des Amnios beginnt, sich über die Gehirnplatten nach hinten zu schieben. Das Medullarrohr klafft vorn zwischen den Gehirnplatten breit trichterförmig. Nach hinten hin sind die Medullarwülste bis auf einen feinen, noch offenen, medianen Spalt einander genähert. Im hintern Teil des Neuroprimitivfeldes erweitert sich der Spalt zwischen den Medullarwülsten ein wenig.

Die beiden Nebenhöcker breit flügelartig, der Zwischenhöcker gleichfalls breit.

Nach Färbung und Aufhellung werden vorn dicht hinter den Gehirnhöckern 3 Ursegmentpaare sichtbar.

Der erste Querschnitt, welcher durch die Gehirnplatten geht, zeigt die ovalen, weit von einander abliegenden Anschnitte der vorderen Enden der Gehirnplatten, die von den beiden seitlichen Amniosfalten bedeckt werden. Unter ihnen befindet sich im Grunde der präcerebralen Einsenkung das Proamniosfeld. Das Entoderm seitlich von dem Embryo unter dem medialen Abschnitt des Coeloms ist sehr dünn. Erst lateralwärts verdickt es sich und besitzt Sprossen; hier liegen grössere und kleinere Hämangioblasten.

Im 3. Sch. n. h. treten die beiden Gehirnquerschnitte unten in Zusammenhang.

Im 5. Sch. wird das dicke mediale Medullarepithel von der Epidermis durch einen Spalt getrennt.

Im 7. Sch. erscheint in den länglichen Gehirndurchschnitten der Mesoblast. Ektoderm und Entoderm des Proamniosfeldes verdicken sich etwas.

Im 11. Sch. taucht zuerst der Anschnitt des Kopfdarmepithels in der Medianlinie zwischen dem Medullarepithel und dem unteren Ektoderm auf. Durch Vermehrung des Mesoblastes sind die beiden Kopfhälften dicker geworden.

Im 14. Sch. setzt sich unten der Kopfquerschnitt mit der Wandung der Einsenkung in Verbindung; nur ein unbedeutender Ektodermspalt bleibt. Das kleine Lumen des Kopfdarms liegt genau in der Mitte des Kopfes, umgeben von einem Ringe hohen Zylinderepithels.

Im 16. Sch. verbreitert sich das Lumen des Kopfdarms. In seinem Epithel markiert sich die Chordaanlage als auffällige Verdickung des Zylinderepithels; darunter eine kleine Chordarinne. Die seitlichen Amniosfalten reichen etwas über die Hälfte der Kopfhöhe. Ihr Coelom dringt in dem Kopfmesoblast bis in die Nähe des Kopfdarms vor. Das viscerale Mesoderm verdickt sich in seinem medialsten Abschnitt zu einem kubischen Epithel. Der unter dieser Verdickung und unter der Kopfanlage gelegene Teil des Entoderms besteht aus einem hohen Zylinderepithel. Die Medullarfurche ist breit und tief.

Im 17.—19. Sch. wird die Chorda vom Kopfdarmepithel unterwachsen. Der Mesoblast scheint von dem Chordaentoderm getrennt.

Im 19. Sch. öffnet sich das Kopfdarmlumen weit gegen die Subgerminalhöhle hin. In das Lumen des Coeloms ragt von dessen medialer Wandung ein mehrkerniger Zellenwulst vor.

Im 20. Sch. ist die Chorda vom Entoderm unterwachsen. Die Medullarfurche verschmälert sich, das Medullarepithel wird sehr dick.

Vom 23. Sch. ab plattet sich die Chorda stark ab. Ob sich der Mesoblast mit ihr verbindet, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Die Kopfdarmnische ist von hohem Zylinderepithel ausgekleidet, welches sich unter der Chorda etwas verdünnt.

Im 25.—27. Sch. scheint sich der Mesoblast in direkte Verbindung mit der Chorda zu setzen. Das parietale Mesoderm in der Nähe der Kopfdarmnische besteht aus hohem Zylinderepithel.

Vom 28. Sch. ab ist die platte Chorda vom Mesoblast deutlich getrennt.

Vom 30. Sch. ab nimmt das Lumen des Medullarrohres eine ovale Form an und öffnet sich mit einer engen Spalte nach oben.

Im 35.—37. Sch. wird das erste Ursegment mit deutlichem, zentralem Lumen getroffen; im 40.—42. Sch. desgl. das zweite Ursegment, im 45.—47. desgl. das dritte. Die Chorda wird dicker, von querovalem Durchschnitt. Das Lumen des Medullarrohres ist klein, fast kreisrund und öffnet sich nach oben in einer schmalen Spalte.

In den nächsten Sch. leitet sich die Differenzierung weiterer Ursegmente ein.

Textfig. 47a auf Seite 165 stellt den 72. Sch. n. h. dar. Die hinten sehr hervorgetretenen Medullarwülste sind einander bis auf eine feine Spalte genähert. Medullarepithel, Chorda, Mesoblast und Entoderm vollständig von einander getrennt. Der Chordaquerschnitt ist mehr kreisrund geworden. Die Coelomspalten treten mehr lateralwärts im Mesoblast auf.

In den nächsten Sch. nimmt der Chordaquerschnitt eine längliche Form an.

Im 78. Sch. (Textfig. 47b) wird die Grenze zwischen Chorda und Mesoblast undeutlich, während sich das Medullarepithel noch scharf absetzt. Die Chordaanlage legt sich in einen Ausschnitt an der unteren Fläche des Medullarepithels hinein. Dieser Zustand erhält sich bis zum 83. Sch.

Im 84. Sch. verschwindet dann die Grenze zwischen Medullarepithel und nur noch schwach angedeuteter Chordaanlage. Das Primitivblastem ist jetzt vollständig und bildet einen nach unten unter Abrundung leicht vorspringenden Primitivstreifen, an dessen Unterfläche schon in den vorhergehenden Sch. das Entoderm undeutlich geworden war.

In den folgenden Sch. verdickt sich der Primitivstreifen, und verbreitert sich die Übergangsstelle des Primitivblastems in das Medullarektoderm. Der vom Primitivblastem gebildete Boden der Medullarfurche, die Neuroprimitivplatte, verbreitert sich, und auch der Spalt, in welchem das Medullarrohr sich nach oben öffnet, wird ein wenig weiter. Vgl. Textfig. 47d, welche den 86. Sch. wiedergibt. Die Coelomspalten treten wieder in grösserer Nähe des Embryos auf.

Textfig. 47e ist 3 Sch. weiter nach hinten gefallen (89. Sch.). Die Medullarfurche zwischen den noch als Medullarwülste kenntlichen Erhebungen nimmt mehr die Gestalt eines Spaltes an, welcher bis gegen seine obere Öffnung hin vom Primitivblastem begrenzt wird. Hier ist also die Übergangsstelle der Neuroprimitivplatte in die echte Primitivrinne. Die ganze Gewebsmasse unterhalb und seitlich von der Primitivrinne ist kompakt, intensiver gefärbt und hebt sich sehr deutlich von dem lockeren, blasser gefärbten, seitlichen Mesoblast ab. Besonders der unter der Rinne gelegene Teil erscheint fast kreisförmig, follikelartig und lässt eine leichte konzentrische Schichtung der Zelllagen erkennen. Er ragt als Primitivhöcker nach unten hin vor und gewinnt in den nächsten Sch. noch etwas an Grösse.

Textfig. 47f liegt wieder 3 Sch. weiter nach hinten (92. Sch.). Die Primitivrinne bildet einen vertikalen Spalt und wird von zwei Primitivlippenhöckern begrenzt. Die kompakte Substanz des Primitivhöckers wird etwas schmaler.

Textfig. 47g ist der 95. Sch. n. h. und bezeichnet das Ende der Primitivrinne. Die letztere hat sich abgeflacht; auch die kompakte, konzentrisch geschichtete Zellmasse ist schmal geworden, das Blastem der Umgebung erscheint gelockert.

Im folgenden (96.) Sch. tritt zwischen den Epithelwülsten im Grunde der Rinne ein kleiner Ektoblastemhöcker auf, welcher in den folgenden Sch. immer grösser wird und den Zwischenhöcker darstellt.

Die nächsten Sch. der Serie haben grosse Ähnlichkeit mit Textfig. 42e—g auf Seite 156; nur springt der Höcker nicht mehr so stark vor, wie in Textfig. 42, und wird von lockerem Blastemgewebe gebildet, an dessen Unterfläche sich alsbald das Entoderm abspaltet. Auch ragen die Epithelhöcker mehr an der Oberfläche vor.

Vom 108. Sch. ab ist die Oberfläche des Ektoblastemstreifens glatt, wie in Textfig. 42g, wölbt sich aber nicht so weit nach unten vor, wie in dieser Figur. Im unteren Teil seines Zellgewebes bilden sich Coelomspalten.

Im 112. Sch. löst sich das einschichtige Ektoderm, welches nur noch sehr wenig verdickt ist, ab, sodass die Spaltung in Ektoderm, Mesoblast und Entoderm erfolgt ist. Im hinteren Mesoblast zahlreiche kleine Coelomspalten.

Im Mesoblastfelde viele, oft ansehnlich grosse Hämangioblasten, deren Elemente häufig Mitosen zeigen und etwas von einander gelockert sind.

Figur 139. (Vergr. 18.)

Keimhof und Mesoblastfeld wie in voriger Figur.

Der ein wenig gebogene Embryo gleicht sehr dem der vorigen Figur. Die Gehirnplatten klaffen noch mehr, das Medullarrohr des mittleren und hinteren Körperteils ist noch in einer feinen Spalte dorsalwärts offen. Der Zwischenhöcker ist etwas kleiner. Zwischen Neuroprimitivplatte und Zwischenhöcker liegt eine schmale Rinne, in welcher die Nebenhöcker aneinander stossen, wie die Serienschnitte zeigen werden, das vordere Ende der Metastomrinne.

In der Querschnittserie sind vor dem Kopfende des Embryos die beiden schon sehr ausgedehnten Coelome miteinander verscholzen. Erst weiter nach vorn tritt eine anfangs dünne und z. T. durchbrochene, später etwas breitere Scheidewand auf.

Die vordersten Querschnitte durch die Gehirnplatten sind länglich oval; unter ihnen ist nur ein sehr schmales Proamniosfeld sichtbar. Die Form der Kopfquerschnitte gleicht derjenigen der vorigen Figur.

Im 10. Sch. n. h. tritt unter der Medullarfurche das von hohem Zylinderepithel umgebene, noch kleine Lumen des Kopfdarms auf. Im 11. Sch. ist die Andeutung der Chordaanlage als Darmepithelverdickung erkennbar.

Im 14. und 15. Sch. ist eine deutliche Chordarinne vorhanden. Eine Verbindung des Mesoblastes mit der Chordaanlage ist nicht festzustellen.

Im 16. Sch. öffnet sich das Kopfdarmlumen gegen die Subgerminalhöhle hin. Die Unterwachsung der sich abrundenden, noch epithelialen Chorda durch das Entoderm beginnt; zwischen Chorda und Entoderm lateral eine schmale Spalte.

Im 17. Sch. scheint der Mesoblast sich mit der Chorda in Verbindung zu setzen, wenigstens lassen sich beide nicht von einander abgrenzen.

Im 19. Sch. ist die Chorda vom Entoderm unterwachsen und plattet sich ab. Der Mesoblast steht anscheinend mit ihr in Verbindung.

Vom 21. Sch. ab hat sich der Mesoblast von der platt bandartigen Chorda abgespalten. Das Entoderm ist vorläufig noch mit ihr fest verwachsen. Der mediale Abschnitt des visceralen Mesoderms nimmt an den Wandungen der Kopfdarmrinne das Aussehen eines hohen Zylinderepithels an.

Vom 26. Sch. ab rundet sich das Lumen des Medullarrohres ab, bleibt aber durch eine schmale Spalte dorsalwärts noch offen. Die Chorda wird etwas dicker, spindelförmig. Das Entoderm ist noch mit ihrer Unterfläche verbunden und verdünnt sich neben der Chorda, um unter dem verdickten visceralen Mesoblast in der Gegend der sich abflachenden Wandung der Kopfdarmnische zu einem Zylinderepithel zu werden. Mehr lateral verdünnt sich sodann das Entoderm unter dem noch weiten Coelom stark, um erst wieder am Rande des Mesoblastfeldes zu einem mehr kubischen, etwas unregelmässigen Epithel anzuschwellen.

Vom 29. Sch. ab isoliert sich das Entoderm an der Untertfläche der Chorda.

32. Sch. Das vorher kreisrunde Lumen des Medullarrohres verschmälert und verkleinert sich.

Im 33. und 34. Sch. erscheint das Lumen des ersten Ursegments. Die Chorda ist wieder platt bandartig.

Im 38. und 39. Sch. liegt das zweite Ursegment mit seinem Lumen.

In den folgenden Sch. wird die Abgrenzung von Ursegmenten eingeleitet, es ist aber noch kein Lumen nachweisbar.

Vom 47. Sch. an nimmt der kleine Chordaquerschnitt mehr eine ovale Form an. Der noch grosse Coelomraum weicht lateralwärts zurück, medial und lateral davon treten einige kleine Spalten auf. Das kreisrunde Medullarrohr bleibt auch in allen folgenden Schnitten in einer schmalen Spalte offen.

Vom 70. Sch. ab wird die Chorda dicker, mehr kreisrund und von epithelialem Aussehen. Auch die medialen Mesoblastplatten verdicken sich. Die grossen Coelomräume verschwinden, an ihre Stelle treten kleine Spalten. Die Medullarwülste erheben sich mehr. Der Querschnitt des Medullarrohres vergrössert sich.

Vom 82. Sch. ab wird die Chorda noch höher, epithelial und legt sich in einen Ausschnitt an der Unterfläche des Medullarepithels hinein. Die Spalte zwischen den Medullarwülsten verbreitert sich ein wenig.

Im 85. Sch. verwischt sich die Grenze zwischen Chorda und Mesoblast, das Medullarepithel und Entoderm setzen sich aber noch scharf ab.

Im 88. Sch. geht dann aber auch das Medullarepithel direkt in die Chorda über; ebenso ist das Entoderm unter dieser Stelle nicht mehr zu unterscheiden. Der Primitivstreif ist aber noch dünn und ragt nach unten leicht kielförmig vor. Die frei hervortretenden Medullarwülste klaffen etwas von einander. Der Boden der Neuroprimitivplatte ist flach und glatt, ohne Einsenkung.

In den folgenden Sch. verdickt sich schnell der Primitivstreif zu einem halbkugeligen Vorsprung. Vgl. Textfig. 47c—e auf Seite 165. Der aus kompaktem Zellgewebe bestehende, fast kugelige Primitivhöcker hebt sich von dem lockeren, seitlichen Mesoblast scharf ab. Das Lumen des Medullarrohres über der Neuroprimitivplatte geht nach hinten hin direkt in eine spaltförmige Primitivrinne über (Textfig. 47 f), wobei die Medullarwülste sich direkt in die Primitivlippenwülste fortsetzen.

Im 100. Sch. erreicht die sich verbreiternde und verflachende Primitivrinne ihr hinterstes Ende. Textfig. 47g. Im Grunde der Rinne taucht ein kleiner Ektoblastemhöcker auf. Der Primitivhöcker hat sich bereits verkleinert, seine Zellenmasse besitzt schon ein lockeres Gefüge. Das Entoderm isoliert sich von seiner Unterfläche.

In den folgenden 6 Sch. behält der interlabiale Ektoblastempfropf seine minimale Grösse, sodass die Epithelwülste fast zusammenstossen und die oben erwähnte mediane Rinne des Flächenbildes hinter der Neuroprimitivplatte entstehen lassen. Erst dann verbreitert sich die interlabiale Zellenmasse zum Zwischenhöcker. Die Querschnitte durch diese Gegend erhalten jetzt eine grosse Ähnlichkeit mit den Schnitten durch die Metastomrinne früherer Stadien, etwa der Textfig. 41b auf Seite 152; nur die Ektoblastemschicht ist im Embryo der Fig. 139 beträchtlich dicker. Die späteren Sch. gleichen denen durch den Embryo der Fig. 138. —

Im Mesoblast zahlreiche meist schon recht grosse Hämangioblasten.

Figur 140—142. (Vergr. 18—20.)

Drei im Absterben begriffene Embryonen von Eiern, welche wahrscheinlich intra vitam verletzt oder in der Entwickelung zurückgesetzt waren. Länge 2 mm oder ein wenig darüber.

Die Gehirnplatten klaffen breit von einander. Die Medullarfurche noch in ganzer Ausdehnung offen. Die Medullarwülste sind unregelmässig eingekerbt und öffnen sich hinten, um eine breite, flache, spatelförmige Neuroprimitivplatte zu umschliessen. Neben- und Zwischenhöcker sind ebensowenig, wie eine Primitiv- und Metastomrinne, zu sehen. Die Amniosfalte beginnt, über die Gehirnplatten vorzuwachsen. Die Kopfdarmnische der Unterseite war noch relativ flach.

Die Serien ergaben das Vorhandensein von 2—3 Ursegmenten.

In den Geweben wurden nur sehr spärliche Mitosen beobachtet, woraus ich hauptsächlich schliesse, dass diese Embryonen im Absterben begriffen gewesen sind. Das hintere, spatelförmige, flache Feld erwies sich zum grössten Teil als aus Primitivblastem bestehend. Nach hinten schloss sich eine nur sehr flache Primitivrinne an, welche auf einem noch relativ gut ausgebildeten Primitivhöcker lag.

Die Metastomrinne war nur durch eine kurze leichte Vertiefung angedeutet, der Zwischenhöcker erschien nicht abgegrenzt, die Oberfläche des hinteren Ektoblastems war vielmehr ganz glatt. Im übrigen glichen diese Serien in den wesentlichsten Punkten denen der Fig. 136—139.

Tafel I.

Die Fig. 1—20 stellen Oberflächenbilder von sich furchenden Keimscheiben dar, welche unter der Lupe in sechsfacher Vergrösserung gezeichnet sind. Die Präparate waren mit Eisessigsublimat fixiert, mit Boraxkarmin tingiert, durch Salzsäurealkohol entfärbt und wurden unter Alkohol bei auffallendem Lichte untersucht.

Fig. 1—7 und Fig. 13 stellen erste Furchungsstadien vor dem Auftreten der ersten Breitenfurchen resp. der Abgrenzung der ersten Blastomeren dar.

Fig. 1. Erste Meridionalfurche parallel dem Längsdurchmesser der Keimscheibe; ausserdem zahlreiche durch Paraspermien bedingte Flecken, Einsenkungen und Nebenfurchen.

Fig. 2. Erste Meridionalfurche schräg gestellt. Zweite Meridionalfurche nur rechts ausgebildet, mit der Mitte der ersten Meridionalfurche unter spitzem Winkel zusammenstossend. Ausserdem noch zwei Paraspermiumfurchen.

Fig. 2a. Konturzeichnung des zu Fig. 2 gehörigen Eies mit seiner Keimscheibe in natürlicher Grösse; in der Keimscheibe sind die beiden Hauptfurchen ihrer Lage nach angegeben. An den beiden Polen des Eies die von der Schalenhaut gebildeten Polfäden.

Fig. 3. In der Längsrichtung der Keimscheibe eine gegen die Mitte der Keimscheibe abgebrochene Meridionalfurche; eine zweite nur rechts vorhandene Meridionalfurche war nur in der Schnittserie, nicht aber im Flächenbilde nachweisbar. Die andere, in der Keimscheibe unterhalb ihrer Mitte sichtbare Furche nähert sich dem unteren Ende der Meridionalfurche und stellt eine Kalottenfurche dar. Ausserdem einige durch Paraspermien bedingte Flecken.

Fig. 3a. Konturzeichnung des zu Fig. 3 gehörigen Eies mit seiner Keimscheibe in natürlicher Grösse; in der Keimscheibe sind die beiden Hauptfurchen ihrer Lage nach angegeben. An den beiden Polen des Eies die von der Schalenhaut gebildeten Polfäden.

Fig. 4. Erste Meridionalfurche in der Mitte der Keimscheibe. Daneben drei radiär gestellte Paraspermiumfurchen.

Fig. 4a. Konturzeichnung des zu Fig. 4 gehörigen Eies mit seiner Keimscheibe in natürlicher Grösse; in der Keimscheibe ist die erste Meridionalfurche der Lage nach angegeben.

Fig. 5. Erste Meridionalfurche in der Längsrichtung der Keimscheibe; ausserdem mehrere durch Paraspermien bedingte Flecken, Grübchen und Nebenfurchen.

Fig. 5a. Konturzeichnung des zu Fig. 5 gehörigen Eies mit seiner Keimscheibe in natürlicher Grösse; in der Keimscheibe ist die erste Meridionalfurche der Lage nach angegeben.

Fig. 6. Erste Meridionalfurche in der Mitte des Eies. Ausserdem zahlreiche durch Paraspermien bedingte Flecken, Grübchen und Nebenfurchen.

Fig. 6a. Konturzeichnung des zu Fig. 6 gehörigen Eies mit seiner Keimscheibe in natürlicher Grösse; in der Keimscheibe ist die erste Meridionalfurche der Lage nach angegeben. An den beiden Polen des Eies die von der Schalenhaut gebildeten Polfäden.

Fig. 7. Erste und zweite Meridionalfurchen unter rechtem Winkel in der Mitte der Keimscheibe sich kreuzend (Kreuzfurche); mit dem unteren Ende der einen Meridionalfurche schneidet sich eine etwas bogenförmig verlaufende Kalottenfurche. Ausserdem zahlreiche durch Paraspermien bedingte Flecken und Nebenfurchen.

Fig. 13. Die sämtlichen Meridional- und Kalottenfurchen sind ausgebildet, sodass 8 radiär angeordnete Furchungssegmente bestehen. Ausserdem zwei infolge der Behandlung entstandene Einrisse, von denen der grössere von rechts oben nach links unten verläuft.

Fig. 8—12 und **Fig. 14—20** frühe Furchungsstadien nach dem Auftreten der ersten Breitenfurchen mit erst wenigen ringsherum abgegrenzten Furchungsstücken resp. Blastomeren.

Fig. 21—34 Eier mit ihren Keimscheiben aus der frühen Furchungszeit in natürlicher Grösse, nach ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten und in Alkohol aufbewahrten Präparaten gezeichnet.



E. Ballowitz: Entwickelung der Kreuzotter.

Tafel II.

Die **Fig. 35—57** stellen Oberflächenbilder von sich furchenden Keimscheiben dar, welche unter der Lupe in 6facher Vergrösserung gezeichnet sind. Die Präparate waren mit Eisessigsublimat fixiert, mit Boraxkarmin tingiert, durch Salzsäurealkohol entfärbt und wurden unter Alkohol bei auffallendem Licht untersucht.

Fig. 35—38 frühe Furchungsstadien nach dem Auftreten der ersten Breitenfurchen mit erst wenigen ringsherum abgegrenzten Furchungsstücken resp. Blastomeren.

Fig. 39—52 mittlere Furchungsstadien.

In **Fig. 40** ist die in der Umgebung der sich furchenden Keimscheibe oft auftretende (in den anderen Zeichnungen fortgelassene) Streifung des Dotters angedeutet.

Fig. 53—57 späte Furchungsstadien.

In **Fig. 57** hat die Furchung den Rand der Keimscheibe überschritten und auf den groben Dotter übergegriffen; Übergangsstadium zur Blastula.

Fig. 58—61 Eier mit ihren Keimscheiben in mittleren Furchungsstadien in natürlicher Grösse, nach ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten und in Alkohol aufbewahrten Präparaten gezeichnet.

Tafel II.

E. Ballowitz, Entwickelung der Kreuzotter

Tafel III.

Die Fig. 62—75 wurden nach ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten, unter Alkohol liegenden Präparaten in 6facher Lupenvergrösserung gezeichnet und stellen ganze Keimhöfe in Oberflächenansicht dar. Die Keimhäute wurden nicht abpräpariert, sondern auf dem Ei belassen und auch später mit dem Dotter geschnitten. In den Fig. 66, 69, 70 und 71 sind am Keimhofrande bei der Härtung Einrisse entstanden

Fig. 62 und **63.** Reine Blastulae ohne eine Andeutung der Schildbildung. Blastoderm gleichmässig durchscheinend. Fig. 63 mit breiter Randfurchung.

Fig. 64—68. Ausbildung des Embryonalschildes, Area embryonalis. Der Schild bildet in den Fig. 64—66 erst eine unbestimmte, in das umgebende Blastoderm allmählich übergehende, weissliche, weil mehr undurchsichtige Stelle, tritt in den Fig. 67 und 68 aber als längliches, weisses Feld deutlich hervor. Andeutungen der Randsichel und der Archistomrinne sind noch nicht vorhanden. Fig. 64 noch mit breiter Randfurchung.

Fig. 69—75. Entstehung und Ausbildung der Randsichel, der Archistomrinne und der Urmundplatte.

Fig. 69 zeigt am linken, **Fig. 70** am rechten Rande des noch wenig abgrenzbaren Embryonalschildes den ersten Anfang der Archistomrinne als sehr flache, kleine Rinne zwischen zwei kaum hervortretenden Rändern.

In den **Fig. 72, 73** und **75** ist die Archistomrinne als nach vorn konkav, nach hinten konvex gebogene, von zwei lippenartigen Rändern umgebene Vertiefung sehr deutlich; in Fig. 73 ist die Biegung so stark, dass die Rinne V-förmig erscheint. In **Fig. 74** dagegen verläuft die Archistomrinne fast gerade. Die Urmundplatte hat sich fortsatzartig von dem länglichen, meist deutlich abgrenzbaren Embryonalschild an dessen hinterem Rande abgeschnürt.

Fig. 71 illustriert einen abweichenden, nur einmal erhaltenen Befund insofern, als sich auf der Urmundplatte nur eine ganz kleine, merkwürdig schräg zur Längsachse des Schildes (Embryonalachse) gestellte Einsenkung vorfindet. Vgl. damit die vergrösserte Abbildung der Fig. 90 auf der folgenden Tafel.

Fig. 76 und **77** stellen ebenso wie die vorhergehenden Figuren Oberflächenbilder des ganzen, auf dem Dotter sitzenden Keimhofes dar, wurden aber nach ungefärbten, mit Chromsalpetersäure behandelten Präparaten in 8facher Vergrösserung gezeichnet. Fig. 76 ist in der Entwickelung ein wenig weiter vorgeschritten als Fig. 77. Am hinteren Rande der Area embryonalis tritt die Urmundplatte als weisslicher, länglicher Fleck sehr deutlich hervor; auf ihr befindet sich ein kleiner, flacher, länglicher, nur bei bestimmter Beleuchtung hervortretender Eindruck. Rings um den Embryonalschild — in Fig. 77, in welcher der Schild noch dünner ist, auch in seinem Bereiche — schimmern durch das Blastoderm die Netzstränge des Dotterentoblastes hindurch, welche in den Chromsäurepräparaten mehr zur Geltung kommen, als bei Sublimatbehandlung.

Fig. 78—81. In natürlicher Grösse nach mit Eisessigsublimat fixierten, in Alkohol gehärteten Präparaten gezeichnete ganze Eier mit ihren Keimhöfen. In Fig. 78 und 79 ist der Embryonalschild im Entstehen begriffen. Vgl. Fig. 64—66. In den Fig. 80 und 81 ist der Embryonalschild als länglicher, weisser, parallel der Längsachse des Keimhofes und quer zur Eiachse gestellter Fleck gut zu erkennen. Fig. 80 entspricht dem Stadium der Fig. 67 und 68, Fig. 81 dem der Fig. 71—75.



Tafel IV.

Mit Ausnahme der Fig. 82, in welcher der Blastoporus nach oben gerichtet ist, und mit Ausnahme der in natürlicher Grösse gezeichneten Eier der Fig. 105—108, sind auf dieser Tafel — wie auch auf den folgenden Taf. V, VI und VII — die Keimhäute und Embryonalanlagen alle so orientiert, dass das hintere Ende des Embryos mit seinem Blastoporus nach unten, das vordere Ende nach oben sieht.

Fig. 82—85 wurden nach ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten, unter Alkohol liegenden Präparaten in 6facher Vergrösserung gezeichnet und stellen ganze Keimhöfe in Oberflächenansicht dar. Die Keimhäute wurden auf dem Ei belassen und auch später mit dem Dotter geschnitten. In Fig. 84 ist am rechten Rande der Keimhaut bei der Konservierung ein Einriss entstanden. Der Blastoporus befindet sich im typischen Prostomstadium mit nach vorn gerichteter konvexer und nach hinten gerichteter konkaver Biegung. Die seitlichen Enden der Vorderlippe beginnen, hörnchenartig nach hinten hin vorzuwachsen. In dem etwas eingesunkenen Keimhof der Fig. 82 liess sich der Embryonalschild nicht deutlich unterscheiden. In Fig. 82 war der Chordulagang („Urdarm") etwa bis zur Hälfte seiner Länge ausgebildet, während in Fig. 83 und 84 die Perforation des Chordulaganges („Urdarms") gegen die Furchungshöhle hin schon perfekt geworden und ein Kupfferscher Kanal vorhanden war. Fig. 85, welche sich durch ein sehr breites Prostom auszeichnet, besass nur einen ganz kurzen Chordulagang („Urdarm"), in dessen Unterwand vorn erst an einer ganz kleinen Stelle ein Durchbruch erfolgt war.

Fig. 86—88. Nach Fixierung mit Zenkerscher Flüssigkeit vom Ei abpräparierte und isoliert untersuchte Keimhäute.

Fig. 86 mit sehr exzentrisch gelegenem Prostom. Chordulagang („Urdarm") kurz vor der Perforation.

Fig. 87. Blastoporus mit für das Archistomstadium charakteristischer, nach vorn gerichteter konkaver, nach hinten sehender konvexer Biegung. Vgl. die Fig. 72, 73 und 75 der vorhergehenden Tafel. Der Chordulagang („Urdarm") stand vor der Perforation.

Fig. 88. Der Blastoporus mit für das Archistomstadium charakteristischer Biegung, die aber nicht so ausgesprochen ist, wie in der vorigen Figur. Vgl. das ähnliche Archistombild der Fig. 75 der vorhergehenden Tafel. Der Chordulagang („Urdarm") stand vor der Perforation.

Fig. 89. Nach einem mit Chromsalpetersäure fixierten Präparat. Sonst wie Fig. 82—85. Prostom breit. Chordulagang („Urdarm") schon perforiert. Kupfferscher Kanal ausgebildet.

Fig. 90—97. Im Prostomstadium befindliche Blastopori von verschiedenen Präparaten, welche in etwa 20facher Vergrösserung gezeichnet wurden. Fixierung und Präparation wie bei Fig. 82—85. Blastopori von verschiedener Grösse und Form.

Fig. 90 stellt die Urmundgegend der Fig. 71 auf der vorhergehenden Tafel in stärkerer Vergrösserung dar, siehe diese.

In **Fig. 93** sind seitlich am Blastoporus noch Reste der Archistomrinne als seichte Furchen erkennbar.

Infolge Schwundes der Hinterlippe erscheint die Prostomöffnung der Fig. 93, 96 und 97 dachlukenartig. In den anderen Figuren ist die Hinterlippe noch mehr oder weniger erhalten.

Die **Fig. 98—101** stammen von mit Eisessigsublimat fixierten, Fig. 102—104 von mit Zenkerscher Flüssigkeit fixierten Präparaten. Fig. 98—104 stellen Oberflächenbilder dar und wurden nach dem von der Eihaut befreiten, intakten Ei bei Lupenuntersuchung unter Alkohol gezeichnet; Fig. 102a, 103a und 104a sind untere Ansichten des Keimes und nach Ablösung des Keimes am ungefärbten Präparat gewonnen.

Fig. 98. Vergr. 15. Übergangsform vom Prostom- zum Metastomstadium des Blastoporus. Vorderlippe des Blastoporus klein, stark gebogen, mit scharfem Rande vorspringend; dahinter als dunkler Spalt die äussere, noch offene Blastoporusmündung, welche in den Kupfferschen Kanal führt. Metastomrinne breit.

Fig. 99—104 Embryonen im Metastomstadium des Blastoporus.

Fig. 99. Vergr. 15. Vorderlippe des Blastoporus mit nach hinten gerichteter Konkavität, klein, aber noch deutlich vorspringend, dahinter die spaltförmige, äussere Öffnung des Blastoporus resp. des Kupfferschen Kanals. In der schmalen Metastomrinne ein deutlicher Metastompfropf. An den die Metastomrinne begrenzenden Seitenwülsten jederseits eine kleine Grenzfurche. Die Vorderhörner des Mesoblastes sind weiter nach vorn gewachsen, als in der vorigen Figur und beginnen sich medianwärts umzubiegen; zwischen ihnen das mesoblastfreie Feld.

Fig. 100. Vergr. 22. Vorderlippe des Blastoporus sehr klein, schmal, wenig vorragend, dahinter die sehr schmale äussere Blastoporusöffnung. Rückenfurche flach. In der engen Metastomrinne ein deutlicher Metastompfropf. Vorderhörner des Mesoblastes medialwärts mehr umgebogen als in der vorigen Figur.

Fig. 101. Vergr. 16. Vorderlippe des Blastoporus sehr schmal, frei nach hinten hin vorragend, dahinter die spaltartige, äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals. In der sehr engen Metastomrinne ein grosser Metastompfropf. Grenzfurchen sichtbar. Rückenfurche breit, muldenartig. Vordere Mesoblasthörner asymmetrisch.

Fig. 102 und 102a. Vergr. 16. Die Gegend der Vorderlippe ist eingesunken, sodass Vorderlippe und äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals nicht zu erkennen sind. Metastomrinne durch mediane Annäherung der Seitenlippen sehr eng, ein Pfropf nicht sichtbar. Von der Metastomrinne führt die Verbindungsfurche über die Vorderlippengegend hinweg in die muldenartig vertiefte Rückenfurche. Fig. 102a. Unterseite des Embryos. Die fast halbkugeligen Seitenhöcker, die Chordarinne, die medialen Ränder der seitlichen Mesoblastflügel treten sehr deutlich hervor. Die untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals ist nicht mehr vorhanden.

Fig. 103 und 103a. Vergr. 16. Im Oberflächenbilde fällt der grosse Metastompfropf in der im übrigen eng zusammengeschlossenen Metastomrinne auf, davor als schmale, kurze Querspalte die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals. Die Vorderlippe des Blastoporus ist zu erkennen, besitzt noch einen frei nach hinten vorspringenden Rand, ist aber etwas in die Tiefe gerückt. Die vorderen Mesoblasthörner divergieren noch ziemlich stark. An der Unterseite des Embryos (Fig. 103a) sind die fast halbkugeligen, durch eine mediane, flache Rinne von einander getrennten Seitenhöcker und die Chordarinne sichtbar. Die untere Öffnung des Kupfferschen Kanals ist nicht mehr vorhanden.

Fig. 104 und 104a. Vergr. 23. Falterform der Embryonalanlage. Vorderlippe klein, frei nach hinten hin vorragend. Metastomrinne breit, nach hinten hin bald klaffend. Kein Pfropf. Rückenfurche flach. Fig. 104a. Unterseite des Embryos. Seitenhöcker noch flach. Untere Ausmündung des Kupfferschen Kanals nicht mehr vorhanden.

Fig. 105—108. Vier Eier in natürlicher Grösse mit Embryonen, welche sich im Gastrulationsstadium befinden. In Fig. 105 ist die exzentrisch gelegene Urmundplatte im linken Teil des Keimhofes als weisslicher Punkt sichtbar; das Prostom ist noch nicht zur Ausbildung gekommen. Im Keimhof der anderen drei Eier ist das Prostom am hinteren Rande des als weisslicher Fleck erscheinenden Embryos als feinste, nadelstichartige Öffnung gerade noch sichtbar. In Fig. 108 hat sich am Keimhofrande infolge der Behandlung eine tiefe, zirkuläre Rinne durch Schrumpfung der Eisubstanz gebildet.



E. Ballowitz: Entwicklung der Kreuzotter.

Tafel V.

Embryonen im Stadium der Metastomrinne, des offenen Metastoms und der Primitivrinne; nach ungefärbten, noch auf dem Ei befindlichen Präparaten im Oberflächenbilde gezeichnet; nur Fig. 121a ist das Unterflächenbild zu Fig. 121. Die Präparate der Fig. 109, 114—119 wurden mit Chromsalpetersäure, diejenigen der Fig. 110—113 und 120—125 mit Eisessigsublimat fixiert.

Die Embryonen der Fig. 109—117 vor Anlage der Medullarfurche kurz, breit und flach; nach Anlage der Medullarfurche in Fig. 118—121 macht sich eine Verlängerung des Embryos unter gleichzeitiger Verschmälerung geltend.

Länge der Embryonen dieser Tafel 1,3—1,6 mm.

Fig. 109. Vergr. 16. Die Gehirnhöcker und Lippenhöcker treten als zwei Paare abgerundeter Hügel hervor. Der mittlere Embryonalteil dazwischen ist etwas eingesunken und besitzt eine tief muldenartige, breite Rückenfurche. Die Vorderlippe des Blastoporus und die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals sind völlig verschwunden. Die dunkle, schmale Furche, welche von der Rückenfurche zur Metastomrinne zieht, ist z. T. Verbindungsfurche, z. T. schon Primitivrinne. Am hinteren Ende der letzteren eine geringe Detritusmasse, hinter welcher die sehr schmale Metastomrinne verläuft. Die Mesoblasthörner sind vor dem Embryo noch nicht zur Vereinigung gekommen, zwischen ihnen vor dem Embryo das mesoblastfreie Proamniosfeld. Die präcerebrale Grenzrinne beginnt in die Erscheinung zu treten.

Fig. 110. Vergr. 20. Die fast halbkugeligen Gehirnhöcker fassen den ersten Anfang der Medullarfurche zwischen sich. Die noch breite Rückenfurche setzt sich nach hinten in die in der Mittellinie verlaufende Verbindungsfurche, Primitivrinne und Metastomrinne fort; im vorderen Teil der letzteren liegt ein kleiner, schmaler Metastompfropf. Zwischen den divergierenden Seitenwülsten hinten gleichfalls eine kleine Erhebung. Die Mesoblasthörner sind vorn zur Vereinigung gekommen und umfassen das halbmondförmige Proamniosfeld mit der Proamniosfalte.

Fig. 111. Vergr. 20. Die Gehirnhöcker, die Medullarfurche zwischen ihnen und die Rückenfurche sind noch flach. Die Verbindungsfurche ist tief, asymmetrisch nach links verschoben und führt in eine noch kurze Primitivrinne über, an welche sich die breite und lange Metastomrinne anschliesst; in letzterer eine lange, hohe Metastomleiste, rechts hinten daneben noch eine zweite kleinere Leiste. Die Vorderlippe des Blastoporus und die äussere Öffnung des Kupfferschen Kanals, wie in der vorigen Figur, völlig verschwunden. Die Mesoblasthörner sind vorn noch nicht zur Vereinigung gekommen. Vgl. auch die Unterseite des Embryos in Fig. 144 auf Taf. VI.

Fig. 112. Vergr. 30. Die Gehirnhöcker und die Medullarfurche zwischen ihnen noch sehr flach. Die Umbiegung der vorderen Ränder der Gehirnhöcker hat noch nicht begonnen. Die Vorderlippe des Blastoporus ist als kleiner Vorsprung sehr deutlich und ragt nach hinten hin frei vor. Dahinter ein offenes, lochartiges, direkt von oben nach unten durchführendes Metastom, an welches sich nach hinten hin eine lange, breite, zum grössten Teil von einer Metastomleiste eingenommene Metastomrinne anschliesst. Die Leiste ist so lang, dass sie hinten eine grössere Strecke aus der Rinne hervorragt. Die Mesoblasthörner stossen vorn aneinander; im Proamniosfelde ein weisslicher Halbmond.

Fig. 113. Gehirnhöcker, Medullarfurche zwischen ihnen und die Rückenfurche ähnlich, wie in der vorigen Figur. Vorderlippe des Blastoporus nicht erkennbar. An ihrer Stelle zieht eine asymmetrisch links gelegene Verbindungsfurche von der breiten Rückenfurche zur langen Metastomrinne; in letzterer eine lange, schmale und hohe Metastomleiste. Vor der Leiste sieht man eine starke Vertiefung, welche in das offene (nur in der Serie nachweisbare) Metastom führt. Die vorderen Mesoblasthörner noch nicht vereinigt; im Proamniosfelde der weissliche Halbmond.

Fig. 114. Vergr. 20. Gehirnhöcker, Medullarfurche zwischen ihnen und Rückenfurche wie in der vorigen Figur. Der Vorderlippenhöcker des Blastoporus und sein schmaler, nach hinten hin frei vorragender Rand sind mit grosser Bestimmtheit wahrnehmbar. Unmittelbar dahinter sieht man das lochartige, direkt von oben nach unten durchführende Metastom. Links vom Vorderlippenhöcker die asymmetrisch verlaufende Verbindungsfurche. In der langen Metastomrinne eine pfropfartige Metastomleiste, welche nach hinten direkt in eine dreieckige, zwischen den Seitenwülsten befindliche Erhebung

übergeht. Zwei Grenzfurchen vorhanden. Die vorderen Mesoblasthörner vereinigt; in dem von ihnen umschlossenen Proamniosfelde der weissliche Halbmond.

Fig. 115. Vergr. 20. Die Gehirnhöcker bilden flache Hügel und beginnen, sich mit ihrem vorderen Rande in die Tiefe zu senken. Vorderlippe des Blastoporus und äussere Urmundöffnung sind verschwunden. Statt dessen führt aus der tiefen Rückenfurche eine Verbindungsfurche in die noch kurze Primitivrinne über, an welche sich nach hinten hin die lange, enge Metastomrinne anschliesst. Im Anfangsteil der letzteren sitzt eingeklemmt ein schmaler, kleiner Metastompfropf. Auch zwischen den hinteren, divergierenden Enden der Lippenwülste der Metastomrinne liegt eine dreieckige Erhebung. Die bis auf die durchschimmernde, mediane Scheidewand miteinander verschmolzenen, schon mit grösseren Coelomräumen versehenen Vorderhörner des Mesoblastes umschliessen ein halbmondförmiges, mesoblastfreies Proamniosfeld, dessen weissliches Aussehen dadurch bedingt wird, dass bei der Behandlung etwas Dotter aus der Tiefe unter dasselbe vorgedrungen war. (Dieser Halbmond entspricht also nicht dem vor den Gehirnhöckern gelegenen, weisslichen Halbmond der Fig. 112 bis 114.)

Fig. 116. Vergr. 20. Die konvexen Gehirnhöcker senken sich mit ihren vorderen Rändern stärker in die Tiefe. Vorderlippe, Blastoporusöffnung und Metastompfropf sind verschwunden. Die tiefe, sich verschmälernde Rückenfurche führt durch Vermittelung einer etwas asymmetrischen Verbindungsfurche in die Primitivrinne über. An der engen Metastomrinne zwei deutliche Grenzfurchen. Die Mesoblasthörner sind vor dem halbmondförmigen Proamniosfelde zur Vereinigung gekommen; die Proamniosfalte springt vor den Gehirnhöckern ein wenig vor.

Fig. 117. Vergr. 20. Die mediane Verbindungsfurche und die Primitivrinne tief und relativ breit. Zwischen den nach hinten hin divergierenden Seitenwülsten der Metastomrinne ein schmaler, dreieckiger Höcker. Im übrigen wie die vorige Figur.

Fig. 118. Vergr. ca. 20. Die Gehirnhöcker sind aussergewöhnlich schmal. Die in Ausbildung begriffene Medullarfurche führt nach hinten unter Verbreiterung in die Primitivrinne über. Die letztere ist linienartig schmal, sehr lang und gabelt sich hinten in die beiden Grenzfurchen, welche den Zwischenhöcker zwischen sich fassen. Vor dem Embryo ist die Scheidewand zwischen den beiden Coelomräumen der ehemaligen Mesoblasthörner zum Schwunde gekommen. Vor den Gehirnhöckern eine schmale Amniosfalte.

Fig. 119. Vergr. 18. Gehirnhöcker breit, gewölbt, mit ihrem vorderen Rande in die Tiefe eingesenkt, davor eine schmale Amniosfalte. Die sich verschmälernde Rückenfurche geht durch Vermittelung einer Verbindungsfurche in die schmale, gerade Primitivrinne über, an deren hinteres Ende sich die beiden Grenzfurchen anschliessen; zwischen den letzteren der dreieckige Zwischenhöcker. Vgl. das Unterflächenbild des Embryos in Fig. 145 auf Taf. VI.

Fig. 120. Vergr. 18. Die Gehirnhöcker breit, etwas flach, mit ihrem vorderen Rande in die Tiefe eingesenkt. Die Medullarfurche im mittleren Teile des Embryos schon ausgebildet, aber noch flach. Nach hinten hin divergieren die Medullarwülste und fassen das Anfangsstück der geraden in der Mittellinie verlaufenden Primitivrinne zwischen sich, welche als tiefer, linearer Spalt erscheint und hinten in, die beiden flachen Grenzfurchen ausläuft. Die Umgebung der Primitivrinne erscheint weisslich, undurchsichtig und ist an ihrer Oberfläche fast ganz eben. Vgl. das Unterflächenbild dieses Embryos in Fig. 146 auf Taf. VI.

Fig. 121 und 121a. Vergr. 18. Die ein wenig asymmetrischen Gehirnhöcker leicht keulenförmig, vorn tief eingesenkt. Medullarfurche noch breit. Hinten zwischen den beiden abgerundet vorragenden Primitivlippenhöckern die mediane, lineare Primitivrinne, deren hinteres Ende sich in die beiden flachen, schmalen, etwas undeutlichen Grenzfurchen gabelt. Vor den Gehirnhöckern ein dreieckiges Proamniosfeld noch erhalten; die mediane Scheidewand zwischen den vorderen Coelomräumen sichtbar. Fig. 121a ist die Unterseite des Embryos. Die Kopfdarmnische unter der nach unten vorspringenden Gehirnanlage noch kurz. Die Chorda als schmale, mediane, weissliche Linie in dem hinteren Teil des Embryos sichtbar. Der Primitivhöcker gross, halbkugelig.

Fig. 122—125. Vier Eier mit ihren Embryonalanlagen in natürlicher Grösse, nach ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten Präparaten. Von den Eiern der Fig. 122 und 125 sind Oolemm und Eischale ganz, von den Eiern der Fig. 123 und 124 nur teilweise abpräpariert; in Fig. 123 besitzt die Eischale lange Polfäden. Die auf der Entwickelungsstufe der Fig. 109—121 stehenden Embryonen erscheinen auf den Eiern als zwei parallel nebeneinanderliegende, kurze, durch eine dunkle Linie von einander getrennte, weissliche Striche.


111
112
118
121
122
124
125

Tafel VI.

Embryonen nach Ausbildung der Medullarfurche mit 0—4 Ursegmenten (Somiten).

Die Zeichnungen wurden nach ungefärbten, unter Alkohol untersuchten, z. T. noch auf dem Ei befindlichen Präparaten bei Lupenvergrösserung angefertigt.

Fig. 126, 127, 130—132, 134, 135, 138, 141 und 143: Fixierung durch Eisessigsublimat; Fig. 128, 129 und 133: Fixierung durch Zenkersche Flüssigkeit; Fig. 136, 137, 139, 140 und 142: Fixierung durch Chromsalpetersäure.

Länge der Embryonen dieser Tafel 1,6—2 mm.

Fig. 126. Vergr. 20. Gehirnhöcker keulenförmig, etwas asymmetrisch. Hinten divergieren die Enden der Medullarwülste und beginnen, das Neuroprimitivfeld abzugrenzen. In dem letzteren eine sehr deutliche, mediane, lineare Primitivrinne, welche sich hinten in die beiden Grenzfurchen gabelt. Hinter der Neuroprimitivplatte Zwischenhöcker und Nebenhöcker. Vorn sind die Coelomräume der beiden Mesoblasthörner noch nicht zum Zusammenschluss gekommen.

Fig. 127. Vergr. 18. Hinten fehlt eine lineare Primitivrinne, der ganze, mittlere, vertiefte Teil der Neuroprimitivplatte entspricht der Primitivrinne. Hinter der Neuroprimitivplatte ist noch ein Rest der Metastomrinne mit ihrer Leiste und den Seitenwülsten erhalten. Vor den Gehirnhöckern noch ein grösseres, dreieckiges Proamniosfeld.

Fig. 128. Vergr. 16. Gehirnanlage keulenförmig, Medullarfurche offen. Die Medullarwülste divergieren hinten und fassen die Primitivlippenhöcker mit der Primitivrinne zwischen sich. Zwischen den Grenzfurchen ein grosser, breit dreieckiger Zwischenhöcker. Die Bildung der Ursegmente beginnt: in der Serie wird das erste Segmentpaar deutlich.

Fig. 129 und 129a. Vergr. 18. Ähnlich der vorigen Figur, nur sind die Höcker an der Primitivrinne nicht so deutlich ausgeprägt. Fig. 129a Unterseite des Embryos. Kopfdarmnische noch flach. Hinten erhebt sich der abgerundete Primitivhöcker. Die Bildung der Ursegmente beginnt: in der Serie wird das erste Segmentpaar deutlich.

Fig. 130. Vergr. 18. Gehirnhöcker keulenförmig, Medullarfurche offen. Neben der Primitivrinne erheben sich die Primitivlippenhöcker in Form sehr starker Wülste. Ebenso ist der Zwischenhöcker stark gewulstet.

Fig. 131 und 132. Vergr. 20. Zwei Embryonen mit ihrem etwas unregelmässig begrenzten extraembryonalen Mesoblastfelde. Fig. 132 ist ein wenig weiter entwickelt als Fig. 131. Gehirnhöcker und Medullarfurche wie in der vorigen Figur. In Fig. 131 divergieren hinten die Medullarwülste, das Neuroprimitivfeld ist aber noch nicht abgegrenzt Primitivrinne, Primitivlippenhöcker, Grenzfurchen und Zwischenhöcker sind sehr deutlich ausgeprägt. In Fig. 132 ist das Neuroprimitivfeld abgegrenzt, Primitivlippenhöcker, Neben- und Zwischenhöcker treten sehr plastisch hervor. In Fig. 131 sind die beiden Mesoblasthörner mit ihren Coelomräumen noch durch einen breiten, mesoblastfreien Streifen von einander getrennt, in Fig. 132 besteht zwischen ihnen bereits eine schmale, mediane Scheidewand. In Fig. 132 beginnt die Bildung der Ursegmente: in der Serie wird das erste Segmentpaar deutlich.

Fig. 133. Vergr. 18. Ähnlich der Fig. 129. Auf der rechten Seite ist neben der Primitivrinne die Neuroprimitivplatte abgegrenzt, auf der linken Seite noch nicht. Der kleine Höcker hinter dem Nebenhöcker rechts hat keine Bedeutung.

Fig. 134. Vergr. 18. Unterseite eines der Fig. 131 ähnlichen Embryos. Kopfdarmnische und Primitivhöcker mehr ausgebildet als in Fig. 129a. In dem dunklen, medianen Streifen, in welchem die Medullarfurche durchschimmert, ist die Chorda als weissliche Linie sichtbar.

Fig. 135. Vergr. 20. Embryo etwas flach. Die vorn und in der Mitte enge Medullarfurche erweitert sich nach hinten zu einer breiten Neuroprimitivplatte, in welcher eine lineare Primitivrinne fehlt. Dahinter befinden sich ein sehr langer, schmaler Zwischenhöcker und zwei undeutliche Nebenhöcker. Vgl. das ähnliche Oberflächenbild der Fig. 127. In der Serie 2 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 136. Vergr. 18. Die abgeplatteten, schaufelförmig gewordenen, tief eingesenkten Gehirnhöcker klaffen vorn weit von einander. Die Medullarwülste begrenzen eine schmale, noch offene Medullarrinne. Auch im Bereich der birnförmigen Neuroprimitivplatte, deren Boden durch die Medullarwülste durchscheinend gezeichnet ist, besteht noch ein schmaler

Spalt, welcher am hinteren Ende der Platte etwas mehr klafft und in eine schmale, kurze Primitivrinne überführt, die sich alsbald in die beiden Grenzfurchen gabelt; die letzteren grenzen den Zwischenhöcker von den beiden Nebenhöckern deutlich ab. In der Mitte des Zwischenhöckers eine sehr flache, schwer wahrnehmbare, mediane Furche, wohl die letzte Andeutung der sekundären Metastomrinne. Die schmale Kopffalte des Amnios beginnt, sich über die Gehirnplatten vorzuschieben. Die beiden vorderen Coelomräume sind noch durch eine schmale, mediane Scheidewand von einander geschieden. In der Serie 4 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 137—139. Vergr. 16—18. Gehirnplatten vorn weit klaffend. Das Medullarrohr bis hinten hin in einer schmalen, medianen Spalte offen, welche sich am hintersten Ende der Neuroprimitivplatte etwas erweitert und in eine kurze Primitivrinne überführt. In Fig. 137 ist der Boden der Neuroprimitivplatte durch die Medullarwülste durchschimmernd gezeichnet; in derselben Figur am linken Nebenhöcker ein kleiner Vorsprung ohne Bedeutung. In Fig. 139 ist die Primitivrinne hinter der Neuroprimitivplatte besonders lang. Zwischenhöcker und Nebenhöcker durch die beiden Grenzfurchen gut abgegrenzt, bilden eine charakteristische, kleeblattartige Figur. In Fig. 138 ist der Zwischenhöcker besonders breit. Im übrigen wie Fig. 136. In den Serien der Fig. 137, 138 3 Ursegmente, in der Serie der Fig. 139 2 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 140—142. Vergr. 18—20. In Degeneration befindliche Embryonen. Die Medullarwülste des noch offenen Medullarrohres unregelmässig verbogen und eingekerbt. Die Neuroprimitivplatte breit und flach, ohne lineare Primitivrinne. Zwischen- und Nebenhöcker im Flächenbilde verschwunden. In den Serien 2—3 Ursegmente jederseits nachweisbar.

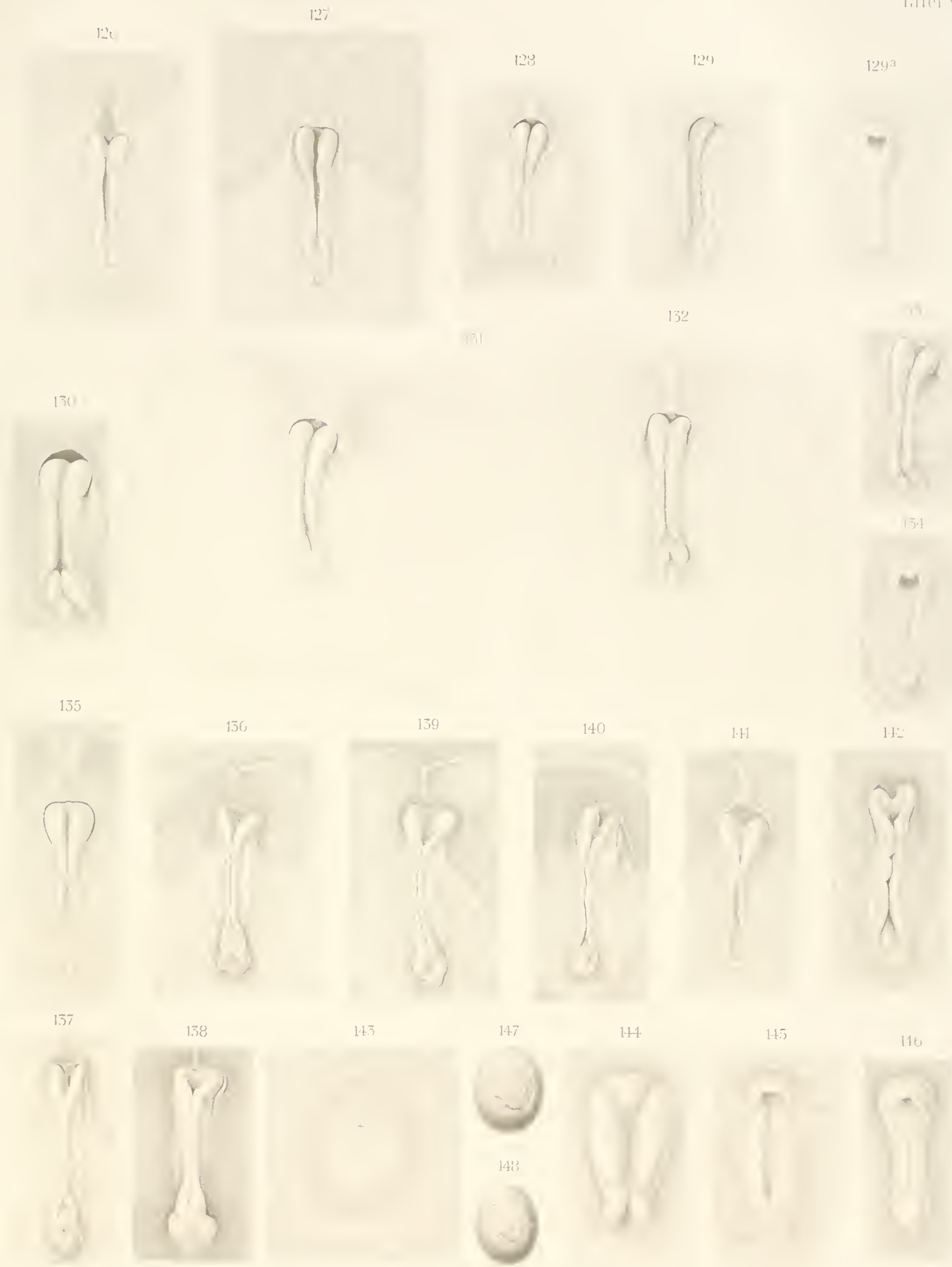
Fig. 143. Vergr. 4. Embryo auf dem Stadium der Fig. 121 und 126, umgeben von seinem extraembryonalen Mesoblasthof, der Zona pellucida und der Zona opaca. Nach einem ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten Präparat.

Fig. 144. Unterseite des Embryos der Fig. 111.

Fig. 145. Unterseite des Embryos der Fig. 119.

Fig. 146. Unterseite des Embryos der Fig. 120.

Fig. 147 und 148. Zwei Eier mit ihren Embryonen im Stadium der Fig. 128—135 in natürlicher Grösse, nach mit Eisessigsublimat fixierten, in Alkohol aufbewahrten Präparaten.


126
127
128
129
129a
130
131
132
133
134
135
136
139
140
141
142
137
138
143
147
148
144
145
146

Spalt, welcher am hinteren Ende der Platte etwas mehr klafft und in eine schmale, kurze Primitivrinne überführt, die sich alsbald in die beiden Grenzfurchen gabelt; die letzteren grenzen den Zwischenhöcker von den beiden Nebenhöckern deutlich ab. In der Mitte des Zwischenhöckers eine sehr flache, schwer wahrnehmbare, mediane Furche, wohl die letzte Andeutung der sekundären Metastomrinne. Die schmale Kopffalte des Amnios beginnt, sich über die Gehirnplatten vorzuschieben. Die beiden vorderen Coelomräume sind noch durch eine schmale, mediane Scheidewand von einander geschieden. In der Serie 4 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 137—139. Vergr. 16—18. Gehirnplatten vorn weit klaffend. Das Medullarrohr bis hinten hin in einer schmalen, medianen Spalte offen, welche sich am hintersten Ende der Neuroprimitivplatte etwas erweitert und in eine kurze Primitivrinne überführt. In Fig. 137 ist der Boden der Neuroprimitivplatte durch die Medullarwülste durchschimmernd gezeichnet; in derselben Figur am linken Nebenhöcker ein kleiner Vorsprung ohne Bedeutung. In Fig. 139 ist die Primitivrinne hinter der Neuroprimitivplatte besonders lang. Zwischenhöcker und Nebenhöcker durch die beiden Grenzfurchen gut abgegrenzt, bilden eine charakteristische, kleeblattartige Figur. In Fig. 138 ist der Zwischenhöcker besonders breit. Im übrigen wie Fig. 136. In den Serien der Fig. 137, 138 3 Ursegmente, in der Serie der Fig. 139 2 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 140—142. Vergr. 18—20. In Degeneration befindliche Embryonen. Die Medullarwülste des noch offenen Medullarrohres unregelmässig verbogen und eingekerbt. Die Neuroprimitivplatte breit und flach, ohne lineare Primitivrinne. Zwischen- und Nebenhöcker im Flächenbilde verschwunden. In den Serien 2—3 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 143. Vergr. 4. Embryo auf dem Stadium der Fig. 121 und 126, umgeben von seinem extraembryonalen Mesoblasthof, der Zona pellucida und der Zona opaca. Nach einem ungefärbten, mit Eisessigsublimat fixierten Präparat.

Fig. 144. Unterseite des Embryos der Fig. 111.

Fig. 145. Unterseite des Embryos der Fig. 119.

Fig. 146. Unterseite des Embryos der Fig. 120.

Fig. 147 und 148. Zwei Eier mit ihren Embryonen im Stadium der Fig. 128—135 in natürlicher Grösse, nach mit Eisessigsublimat fixierten, in Alkohol aufbewahrten Präparaten.



E. Ballowitz, Entwickelung der Kreuzotter

Tafel VII.

Embryonen nach Ausbildung der Kopffalte des Amnios bis zum Schlusse des letzteren.

Die Zeichnungen wurden nach ungefärbten, unter Alkohol liegenden, meist noch auf dem Ei befindlichen Embryonen angefertigt. Die Ursegmente (Somiten) sind bei dieser Behandlung nur an wenigen Embryonen (Fig. 150, 153) im Oberflächenbilde sichtbar.

Fig. 149—151, 153—161, 163, 166 und 167: Fixierung durch Eisessigsublimat; Fig. 152, 164 und 165 Fixierung durch Chromsalpetersäure; Fig. 162 und 169: Fixierung durch Zenkersche Flüssigkeit; Fig. 168 nach einem frischen Präparat.

Länge der jungen Embryonen dieser Tafel 2—2,5 mm, Länge der älteren Embryonen 2,5 bis gegen 3 mm.

Fig. 149. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios hat die vorn tief eingesenkten Gehirnplatten überwachsen. Das Medullarrohr klafft vorn zwischen den Gehirnplatten weit, ist im mittleren und hinteren Teil des Embryos geschlossen bis auf eine feine Spalte im hintersten Abschnitt der Neuroprimitivplatte, welche in eine kurze Primitivrinne überleitet. Hinter der Neuroprimitivplatte sind die beiden Nebenhöcker und der Zwischenhöcker sehr deutlich durch die beiden Grenzfurchen von einander abgesetzt; von den hinteren Enden der Medullarwülste grenzen sich die Nebenhöcker nur wenig ab. Auf dem Zwischenhöcker eine sehr flache, schmale, schwer wahrnehmbare Furche, wohl die letzte Andeutung der ehemaligen sekundären Metastomrinne.

In der Serie 4 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 150. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios ist etwas weiter nach hinten vorgedrungen. Die Gehirnplatten klaffen sehr stark, wohl infolge einer bei der Behandlung entstandenen Pressung. Ursegmente sichtbar. Hinter der Neuroprimitivplatte die beiden Nebenhöcker und der Zwischenhöcker als konvexe Erhebungen kleeblattartig angeordnet. Im übrigen wie die vorige Figur.

In der Serie 6 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 151. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios hat die Gehirnplatten noch nicht vollständig überzogen. Hinten klaffen die Medullarwülste im Bereiche der Neuroprimitivplatte noch weit von einander. Hinter der Neuroprimitivplatte lassen sich die Nebenhöcker von dem Zwischenhöcker im Oberflächenbilde nicht deutlich abgrenzen.

In der Serie 4 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 152. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios hat die Gehirnplatten vollständig überzogen. Die Schwanzfalte und die Seitenfalten des Amnios beginnen sich zu erheben. Der klaffende Spalt zwischen den hinteren Enden der Medullarwülste etwas asymmetrisch. Im übrigen wie die vorige Figur.

In der Serie 6 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 153. Vergr. 15. Kopffalte des Amnios ähnlich weit, wie in Fig. 149, vorgewachsen. Ursegmente deutlich. Medullarwülste im Bereich der Neuroprimitivplatte durch einen schmalen Spalt getrennt, welcher hinter der Neuroprimitivplatte in eine kurze Primitivrinne ausläuft. Nebenhöcker und Zwischenhöcker deutlich, der letztere sehr lang.

In der Serie 7 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 154. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios bedeckt die Gehirnplatten. Das hintere Ende des Embryos gleicht sehr dem der Fig. 150. Neben- und Zwischenhöcker kleeblattartig gestellt, die Nebenhöcker nur undeutlich von den hinteren Enden der Medullarwülste abgegrenzt.

In der Serie 5 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 155. Vergr. 14. Der Embryo hat sich mit seinem vorderen Ende auf die linke Seite gelegt. Die Kopffalte des Amnios ist bis gegen die Körpermitte vorgedrungen. Die Medullarwülste klaffen hinten im Bereich der Neuroprimitivplatte. Neben- und Zwischenhöcker sind im Oberflächenbilde nicht von einander zu unterscheiden.

In der Serie 10 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 156. Vergr. 15. Die Kopffalte des Amnios bedeckt das vordere Drittel des Embryos, welcher sich mit seinem vorderen Ende auf die linke Seite zu legen beginnt. Die Schwanzfalte und die Seitenfalten des Amnios fangen an, sich zu erheben. Das hintere Ende des Embryos ähnlich wie in Fig. 151.

In der Serie 7 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 157. Vergr. 14. Schwanzfalte und Seitenfalten des Embryos beginnen sich zu erheben. Die Medullarwülste klaffen hinten im Bereich der Neuroprimitivplatte in einer schmalen Spalte. Grenzfurchen zwischen den Nebenhöckern und dem Zwischenhöcker undeutlich.

In der Serie 6 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 158. Vergr. 14. Der Embryo fängt an, sich vorn auf die linke Seite zu legen. Kopffalte des Amnios bis gegen die Körpermitte vorgewachsen. Medullarrohr hinten geschlossen. Abgrenzung der Höcker hinter der Neuroprimitivplatte im Oberflächenbilde nicht deutlich.

In der Serie 13 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 159. Vergr. 15. Ähnlich wie Fig. 157. Im Bereiche der Neuroprimitivplatte zwischen den Medullarwülsten eine feine Spalte, welche nach hinten in eine kurze Primitivrinne überführt. Nebenhöcker und Zwischenhöcker klein, durch zwei deutliche Grenzfurchen von einander getrennt.

In der Serie 6 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 160. Vergr. 14. Kopffalte des Amnios etwa bis zur Körpermitte vorgewachsen, Schwanzfalte und Seitenfalten des Amnios erheben sich. Das vordere Körperende hat sich auf die linke Seite gelegt. Hinteres Körperende ähnlich wie in Fig. 158.

In der Serie 8 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 161 und 161a. Vergr. 14. Die Kopffalte des Amnios ist über die Körpermitte hinweg nach hinten vorgedrungen, Schwanzfalte und Seitenfalten des Amnios deutlich. Das Vorderende des Embryos beginnt, sich, wie auch in den folgenden 3 Figuren, auf die linke Seite zu legen. Zwischen den Medullarwülsten im Bereich der Neuroprimitivplatte eine feine, an einer Stelle zu einem Loch erweiterte Spalte, welche nach hinten in eine kurze Primitivrinne überleitet. Neben- und Zwischenhöcker klein, durch deutliche Grenzfurchen von einander getrennt. Fig. 161a die Unterseite des Embryos. Der grosse vordere Neuroporus und die Darmpforte mit den Eingängen in den Kopf- und Schwanzdarm sind deutlich.

In der Serie 8 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 162. Vergr. 15. Zur Demonstration des hinteren Körperendes. Kopffalte des Embryos bis zur Körpermitte vorgewachsen. Im Bereiche der Neuroprimitivplatte klaffen die Medullarwülste in einer breiten Spalte, welche hinten in eine kurze Primitivrinne überführt, von deren hinterem Ende zwei deutliche Grenzfurchen ausgehen; zwischen den letzteren der Zwischenhöcker. Die Nebenhöcker von den hinteren Enden der Medullarwülste kaum getrennt.

In der Serie 7 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 163. Vergr. 15. Medullarrohr hinten geschlossen. Im übrigen wie Fig. 161.

In der Serie 8 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 164. Vergr. 14. Schwanzfalte und Seitenfalten des Amnios wachsen vor, um mit der nach hinten vorgedrungenen Kopffalte den Amniosnabel zu bilden. Die Herzanlage beginnt, als Wulst sichtbar zu werden. Hinteres Körperende ähnlich wie in Fig. 158.

In der Serie 9 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 165. Vergr. 14. Grosser, fast kreisrunder Amniosnabel. Die Allantoisanlage als Vorsprung am hinteren Körperende sichtbar.

In der Serie 11 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 166. Vergr. 14. Auch die hintere Körperhälfte legt sich auf die linke Seite. Grosser, etwas länglicher Amniosnabel. Allantoisvorsprung am hinteren Körperende.

In der Serie 15 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 167. Vergr. 14. Amniosnabel klein, kreisrund. Das hintere Körperende mit dem Allantoisvorsprung beginnt, sich nach vorn umzubiegen.

In der Serie 15 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 168. Vergr. 14. Der ganze Embryo liegt auf der linken Seite. Amniosnabel sehr klein. Hinteres Körperende mit der deutlich abgesetzten Allantoisanlage nach vorn umgebogen. Am Vorderhirn markiert sich die Augenblase als flacher Vorsprung. Herzanlage sehr deutlich.

In der Serie ca. 20 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 169. Vergr. 14. Der ganze Embryo liegt voll auf der linken Seite. Hinteres Körperende mit dem Allantoisvorsprung hakenartig umgebogen. Das Amnios ist geschlossen, der Amniosnabel verschwunden. Im übrigen wie die vorige Figur.

In der Serie ca. 26 Ursegmente jederseits nachweisbar.

Fig. 170—172. Drei Eier mit den zugehörigen Embryonen im Stadium der Fig. 168 und 169 nach mit Eisessigsublimat fixierten, in Alkohol aufbewahrten Präparaten, in natürlicher Grösse; nur die Embryonen der Fig. 170 und 172 sind ein wenig zu gross gezeichnet.

Tafel VII.



E. Ballowitz, Entwickelung der Kreuzotter

Tafel VIII.

Schnittbilder aus Serien durch mit Eisessigsublimat fixiertes, mit Boraxkarmin gefärbtes Material. Schnittrichtung senkrecht zur Oberfläche des Keimes.

Fig. 173—176 Schnittbilder von Furchungsstadien.

Fig. 173. Frühes Furchungsstadium. Furchungsstücke, durch Furchungsstreifen von einander getrennt, die Streifen hängen mit dem dünnen Oberflächenprotoplasma zusammen. In dem einen Furchungsstück ein Furchungskern. Die Übergangszone zwischen der Substanz der Keimscheibe und dem grobkörnigen Dotter nur wenig ausgebildet. Zeiss D Oc 3.

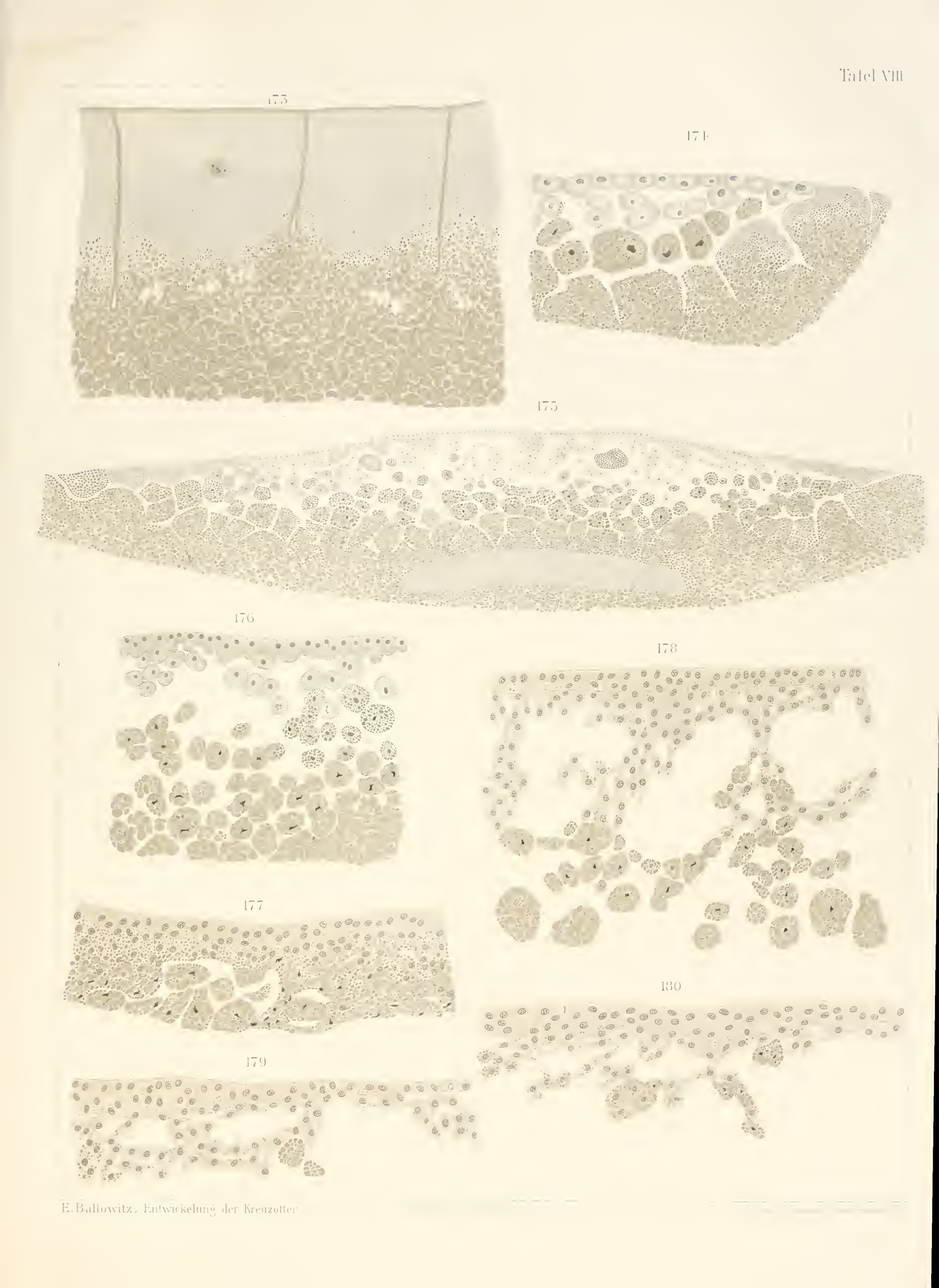
Fig. 174. Aus dem Randbezirk eines späteren Furchungsstadiums. Zeiss D Oc 1.

Fig. 175. Durchschnitt durch ein älteres Furchungsstadium, welches den Übergang zur Blastula vermittelt. Abfurchung des grobkörnigen Dotters am Boden der Furchungshöhle und an der Peripherie des Furchungsfeldes. Unter der Furchungshöhle liegt ein schmaler Streifen weissen, feinkörnigen Dotters. Übersichtsbild. Zeiss A Oc 2.

Fig. 176. Die abgefurchten zelligen Elemente eines ähnlichen Stadiums wie Fig. 175 bei stärkerer Vergrösserung. Zeiss D Oc 2.

Fig. 177. Anlagerung von Dotterentoblastzellen an die Unterfläche des Ektoderms in der Nähe des Schildrandes aus einem frühen Gastrulastadium (erste Bildung des Prostoms). Zeiss D Oc. 2.

Fig. 178—180. Beteiligung der Blastocyten resp. der Dotterentoblastzellen an der Schildbildung. Zeiss D Oc 2.


173
174
175
176
177
178
179
180

Tafel IX.

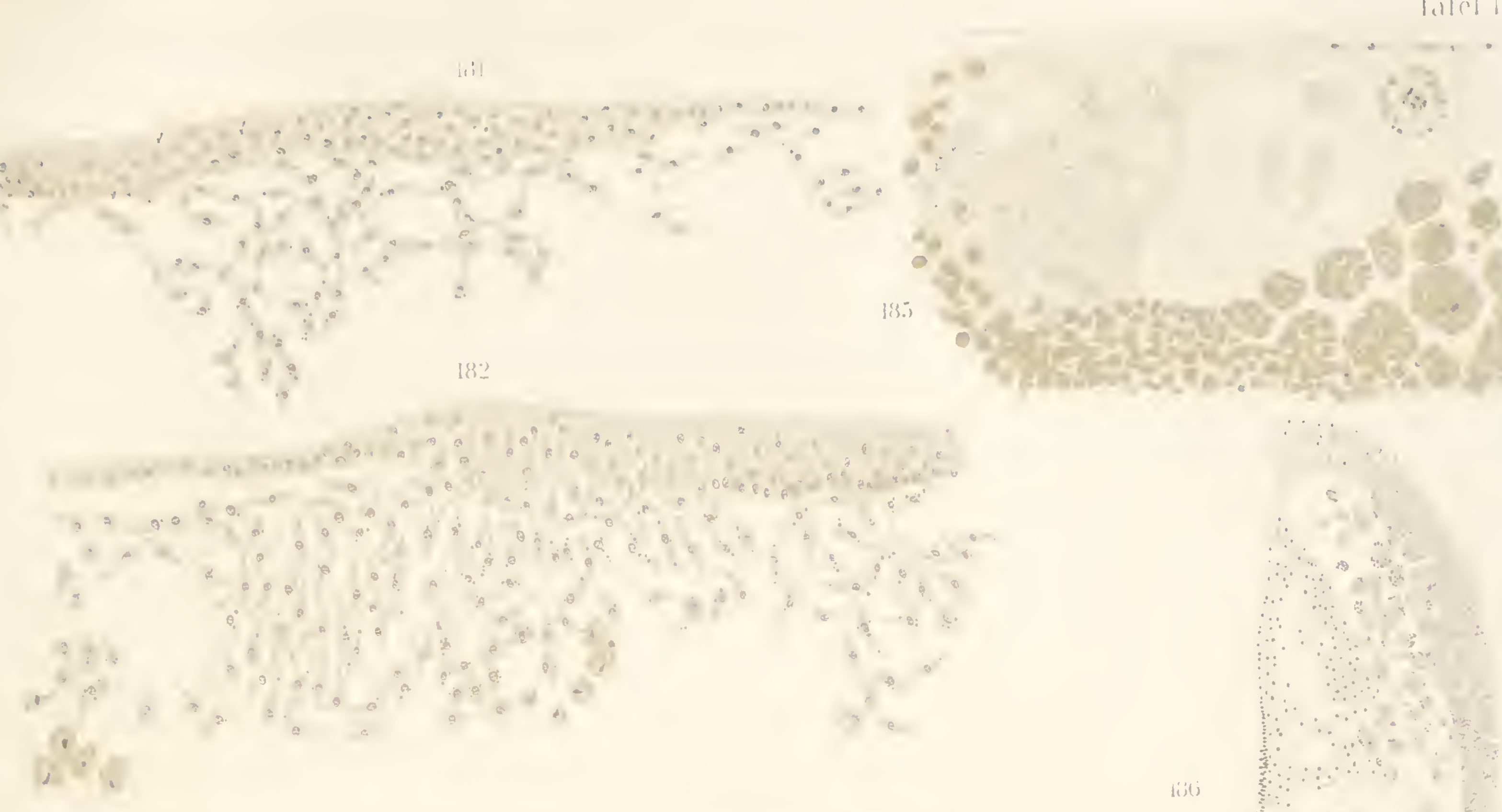
Schnittbilder aus Serien durch mit Eisessigsublimat fixiertes, mit Boraxkarmin gefärbtes Material. Schnittrichtung senkrecht zur Oberfläche des Keimes.

Fig. 181—184. Entstehung und Ausbildung der Randsichel, der Urmundplatte und der Archistomrinne, die letztere in Fig. 183 und 184 als Einsenkung an der Oberfläche erkennbar. Verdickung des Schildepithels am hinteren Schildrande, Auflockerung und Metamorphose der Epithelzellen des verdickten Schildrandes, Zuwanderung und Anlagerung von Dotterentoblastzellen, die letzteren in Fig. 184 in der Tiefe der Subgerminalhöhle mit den stark dotterhaltigen, mit Zackenkernen versehenen Elementen in Zusammenhang. Sagittalschnitte (parallel dem medianen Schilddurchmesser) durch vier aufeinanderfolgende Stadien. In Fig. 181 setzt sich das Schildepithel nach links hin, in Fig. 182—184 nach rechts hin fort. Zeiss D Oc 1.

Fig. 185. Randpartie der Subgerminalhöhle und der sie begrenzenden Eisubstanz am Keimhofrande zur Zeit eines frühen Gastrulastadiums, vgl. die folgende Figur. Zeiss D Oc 1.

Fig. 186. Medianschnitt durch ein frühes Gastrulastadium (erster Beginn der Prostomeinsenkung) mit dem gesamten Keimhof einschliesslich der Subgerminalhöhle mit ihrem Inhalt und ihrem Boden; Übersichtsbild. Zeiss A Oc 1.





183

184

186

Tafel X.

Fig. 187. Medianschnitt durch den hinteren Teil eines Embryos im Prostomstadium des Blastoporus nach erfolgter Perforation des Chordulaganges in die Subgerminalhöhle, dem Oberflächenbild der Fig. 84 auf Taf. IV entsprechend. Der Kupffersche Kanal ist der Länge nach getroffen. Am vorderen Ende des Chordaepithels bezeichnet ein kleiner Vorsprung die vordere Grenze des ursprünglichen Chordulaganges („Urdarms"); an dieser Stelle lockere Anordnung der sich pallisadenartig zum Chordaepithel zusammenstellenden Dotterentoblastzellen. Die Unterwand des Kupfferschen Kanals besteht aus Ektoblastem, von welchem sich das Entoderm bis gegen den vorderen Rand der Wandung hin abgespalten hat. Hinter der oberen Ausmündung des Kupfferschen Kanals (Blastoporus) sind Ektoderm, Mesoblast und Entoderm von einander getrennt. Ganz links (hinten) gehen Mesoblast und Entoderm in die stark dotterhaltige, geschichtete Dotterentoblastmasse direkt über. Unter dem Keim mehrfach Durchschnitte durch mehr oder weniger dotterhaltige Dotterentoblastzellstränge. Eisessigsublimat. Zeiss D Oc 1.

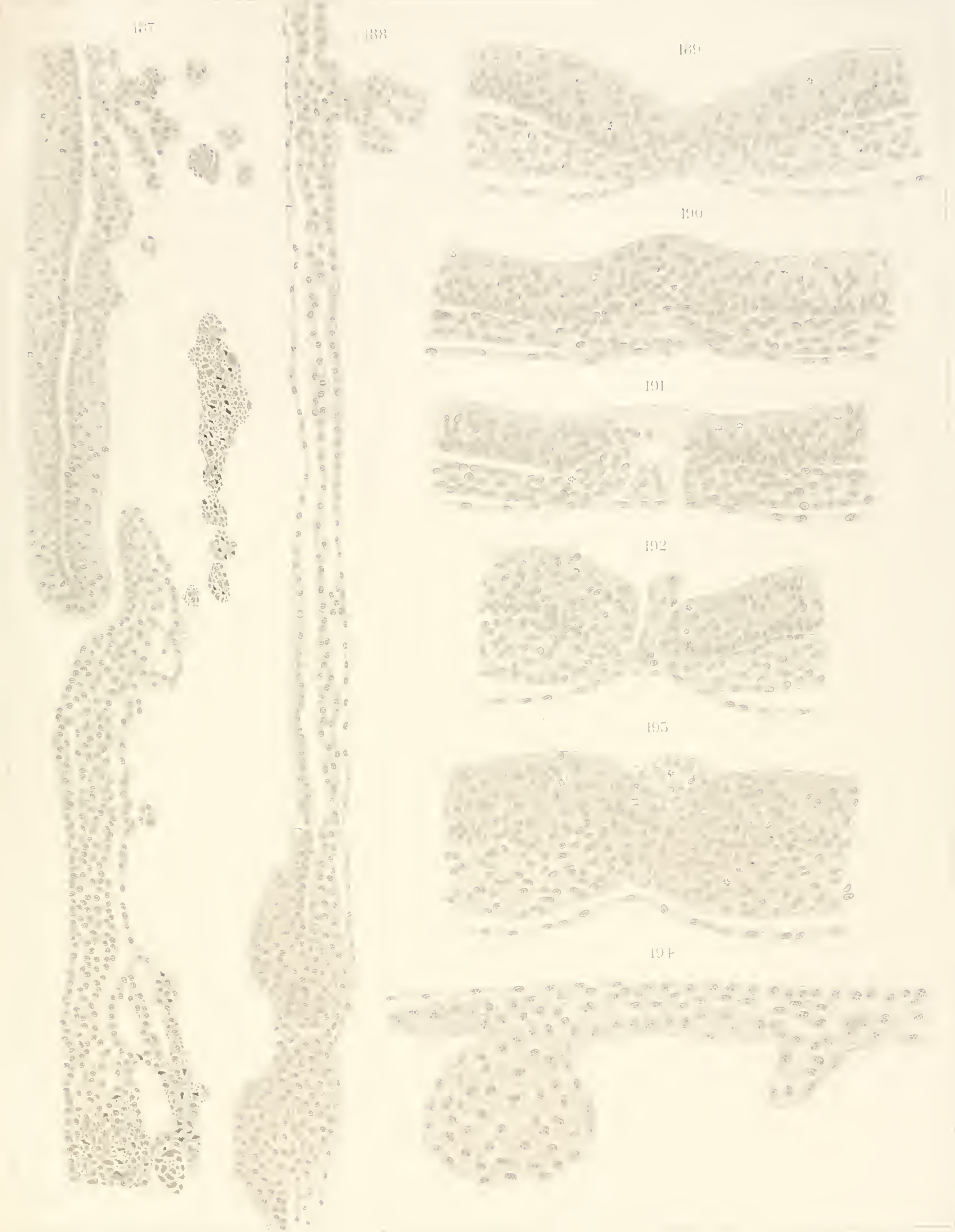
Fig. 188. Querschnitt durch die Metastomrinne und das rechts davon gelegene extraembryonale Mesoblastfeld eines der Fig. 109 der Taf. V nahestehenden Stadiums. Nach rechts gegen den peripheren Rand des Mesoblastfeldes hin verdickt sich das Entoderm und besitzt hier eine grössere, verzweigte Entodermsprosse, welche ihren zelligen Inhalt in den Mesoblast entleert. In einiger Entfernung von dem embryonalen Mesoblast zwischen Entoderm und Mesoblast ein fünfkerniger Hämangioblast. Zenkersche Flüssigkeit. Zeiss D Oc 1.

Fig. 189. Querschnitt durch den tief eingesunkenen Vorderlippenrand eines der Fig. 102 auf Taf. IV ähnlichen Embryos. In der Mittellinie hängen die Vorderlippe, die Seitenlippen, die Chordaanlage und die beiden seitlichen Mesoblastplatten zusammen; die Chordaanlage ist von den Mesoblastplatten nicht abgrenzbar. Unter der Vorderlippe in dem kleinen, dreieckigen Hohlraum der Chordawölbung nur eine einzige Zelle mit schwach gefärbtem Kern, der letzte Rest der ehemaligen Unterwand des Kupfferschen Kanals. Das dünne, einschichtige Entoderm zieht isoliert darunter hinweg. Eisessigsublimat. Zeiss D Oc 2.

Fig. 190 und 191. Zwei Querschnitte durch den Vorderlippenrand eines der Fig. 99 auf Taf. IV ähnlichen Embryos. In Fig. 190 hängen Vorderlippe und Chordaanlage nur in der Mittellinie an einer kernreichen Stelle zusammen, seitlich davon sind sie getrennt; die Chordaanlage ist von den seitlichen Mesoblastplatten nicht abgegrenzt. In der Chordawölbung als Rest der Unterwand des Kupfferschen Kanals eine isolierte, vierkernige Zellmasse, welche gegen den Spalt des Kupfferschen Kanals hin eine rauhe Oberfläche zeigt. Unter ihr zieht das dünne, einschichtige Entoderm frei hinweg. Fig. 191 stellt den zweitnächsten Querschnitt dar, welcher den hintersten, frei vorragenden Rand der Vorderlippe noch gerade gestreift hat, sodass im mittleren Teil des Randes schon keine Kerne mehr mitgetroffen sind. Übergang der Vorderlippe in die Seitenlippen. Die isolierte Zellenmasse unter der Vorderlippe ist grösser, ihre Oberfläche gleichfalls rauh. Zenkersche Flüssigkeit. Zeiss D Oc 2.

Fig. 192 und 193. Zwei Querschnitte durch die Metastomrinne eines der Fig. 101 auf Taf. IV ähnlichen Embryos. Fig. 192. Querschnitt durch die primäre Metastomrinne mit ihrem Metastompfropf dicht hinter der äusseren Öffnung des Kupfferschen Kanals. Der Pfropf liegt völlig isoliert, besitzt eine auf dem Querschnitt säulenförmige Gestalt mit rauher, in Zerfall begriffener Oberfläche und wird von den vordringenden epithelialen Seitenlippen durch einen spaltförmigen Zwischenraum getrennt. Das dünne Entoderm zieht frei darunter hinweg und ist nur an den medialen Rand der Unterfläche der Seitenlippen fester angeheftet. Der Querschnitt der Fig. 193 ist mehrere Schnitte dahinter durch den hintersten Teil des Pfropfes und die Gegend der Grenzfurchen gefallen. Differenzierung der epithelialen Seitenlippen aus dem interlabialen Ektoblastem. Eisessigsublimat. Zeiss D Oc 2.

Fig. 194. Querschnitt durch den linken Seitenrand des extraembryonalen Mesoblastfeldes des Embryos der Fig. 98 auf Taf. IV. Ein grosser entoblastischer Zellbeutel ergiesst seinen zelligen Inhalt in den Mesoblastraum. Rechts eine kleinere Entodermsprosse. An dem Entoderm zwischen beiden sieht man eine zweikernige Rundzelle sich aus dem entodermatischen Verbande lösen. In den linken Teil des Schnittes ist der Mesoblast noch nicht vorgedrungen. Eisessigsublimat. Zeiss D Oc 3.


187
188
189
190
191
192
193
194

